97-84160-26

Cohn, Wilhelm

Die käuflichen düngemittel

Braunschweig

1883

97-84160-26
MASTER NEGATIVE #

COLUMBIA UNIVERSITY LIBRARIES
PRESERVATION DIVISION

BIBLIOGRAPHIC MICROFORM TARGET

ORIGINAL MATERIAL AS FILMED - EXISTING BIBLIOGRAPHIC RECORD

308
Z
Box 715 **Cohn, Wilhelm.**

Die käuflichen düngemittel, ihre darstellung und verwendung. Eine technisch-landwirthschaftliche studie, von dr. Wilhelm Cohn. Braunschweig, F. Vieweg und sohn, 1883.

vi p., 1 l., 57 p. 22½cm.

1. Fertilizers and manures.

17-29423

Library of Congress S633.C65 ONLY ED

RESTRICTIONS ON USE: *Reproductions may not be made without permission from Columbia University Libraries.*

TECHNICAL MICROFORM DATA

FILM SIZE: 35mm REDUCTION RATIO: 11:1 IMAGE PLACEMENT: IA (IIA) IB IIB

DATE FILMED: 8-11-97 INITIALS: PB

TRACKING # : 26788

FILMED BY PRESERVATION RESOURCES, BETHLEHEM, PA.

DIE

KÄUFLICHEN DÜNGEMITTEL,

IHRE

DARSTELLUNG UND VERWENDUNG.

EINE

TECHNISCH-LANDWIRTHSCHAFTLICHE STUDIE

VON

Dr. WILHELM COHN.

308
Z
Cop 715

BRAUNSCHWEIG,
DRUCK UND VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN.
1883.

Verlag von **Friedrich Vieweg und Sohn** in **Braunschweig.**

Lehrbuch der rationellen Praxis
der
landwirthschaftlichen Gewerbe.

Zugleich als siebente Auflage von **Dr. Fr. Jul. Otto's** Lehrbuch der landwirthschaftlichen Gewerbe.

Herausgegeben in Gemeinschaft mit **E. Birnbaum, Bronner, Dahlen, Deite, Fleischmann, Lintner, Richard, Rühne, Stammer, v. Wágner, P. Wagner u. A.** und redigirt von

Dr. K. Birnbaum,

Hofrath und Professor der Chemie am Polytechnicum in Karlsruhe.

Mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzstichen. gr. 8. geh.

Erschienen sind:

Die Bierbrauerei. Von Prof. Dr. C. Lintner. Complet in 3 Lfgn. (Lfg. 1. 12. 30.) Preis 16 Mark 80 Pf.

Die Branntweinbrennerei und deren Nebenzweige. Von Dr. K. Stammer. Complet in 5 Lfgn. (Lfg. 2. 4. 6. 9. 10.) Preis 20 Mark.

Die Zuckerfabrikation. Von Dr. K. Stammer. Complet in 6 Lfgn. (Lfg. 3. 5. 8. 11. 13. 15.) Preis 27 Mark.

Das Molkereiwesen. Von Dr. Wilhelm Fleischmann. Complet in 6 Lfgn. (Lfg. 7. 14. 19. 24. 28. 31.) Preis 25 Mark.

Die Essigfabrikation. Von Dr. Paul Bronner. (Lfg. 16.) Preis 4 Mark 80 Pf.

Die Stärke-, Dextrin- und Traubenzuckerfabrikation. Von Ladislaus von Wágner. Complet in 4 Lfgn. (Lfg. 17. 18. 20. 21.) Preis 17 Mark 60 Pf.

Die Kalk-, Cement-, Gyps- und Ziegelfabrikation. Von J. F. Rühne. (Lfg. 22.) Preis 8 Mark.

Die Düngerfabrikation. Von Dr. Paul Wagner. (Lfg. 23.) Preis 5 Mark 20 Pf.

Die Industrie der Fette. Von Dr. C. Deite. Complet in 2 Lfgn. (Lfg. 25. 26.) Preis 9 Mark.

Die Weinbereitung. Von Heinrich Wilhelm Dahlen. Complet in 5 Lfgn. (Lfg. 27. 32. 34. 36. 38.) Preis 26 Mark.

Das Brotbacken. Von Dr. K. Birnbaum. (Lfg. 29.) Preis 8 Mark 40 Pf.

Die Torf-Industrie und die Moor-Cultur. Von Dr. E. Birnbaum und Dr. K. Birnbaum. (Lfg. 33.) Preis 6 Mark 80 Pf.

Die Gewinnung der Gespinnstfasern. Von Professor H. Richard. (Lfg. 35.) Preis 5 Mark 60 Pf.

Kurzes erläuterndes Wörterbuch. Von Dr. K. Birnbaum. (Lfg. 37.) Preis 4 Mark 80 Pf.

Die Chemie
in ihrer Anwendung auf
Agricultur und Physiologie.
Von
Justus von Liebig.

Neunte Auflage. Im Auftrage des Verfassers herausgegeben von

Dr. Ph. Zöller,

K. K. Regierungsrath und ordentlicher Professor der Chemie an der K. K. Hochschule für Bodencultur zu Wien.

gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 16 Mark 60 Pf.

DIE

KÄUFLICHEN DÜNGEMITTEL,

IHRE

DARSTELLUNG UND VERWENDUNG.

INTENTIONAL SECOND EXPOSURE

Verlag von **Friedrich Vieweg und Sohn** in **Braunschweig.**

Lehrbuch der rationellen Praxis
der
landwirthschaftlichen Gewerbe.
Zugleich als siebente Auflage von **Dr. Fr. Jul. Otto's** Lehrbuch
der landwirthschaftlichen Gewerbe.
Herausgegeben in Gemeinschaft mit **E. Birnbaum, Bronner, Dahlen, Deite, Fleischmann, Lintner, Richard, Rühne, Stammer, v. Wágner, P. Wagner u. A.** und redigirt von
Dr. K. Birnbaum,
Hofrath und Professor der Chemie am Polytechnicum in Karlsruhe.
Mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzstichen. gr. 8. geh.

Erschienen sind:

Die Bierbrauerei. Von Prof. Dr. C. Lintner. Complet in 3 Lfgn. (Lfg. 1. 12. 30.) Preis 16 Mark 80 Pf.
Die Branntweinbrennerei und deren Nebenzweige. Von Dr. K. Stammer. Complet in 5 Lfgn. (Lfg. 2. 4. 6. 9. 10.) Preis 20 Mark.
Die Zuckerfabrikation. Von Dr. K. Stammer. Complet in 6 Lfgn. (Lfg. 3. 5. 8. 11. 13. 15.) Preis 27 Mark.
Das Molkereiwesen. Von Dr. Wilhelm Fleischmann. Complet in 6 Lfgn. (Lfg. 7. 14. 19. 24. 28. 31.) Preis 25 Mark.
Die Essigfabrikation. Von Dr. Paul Bronner. (Lfg. 16.) Preis 4 Mark 80 Pf.
Die Stärke-, Dextrin- und Traubenzuckerfabrikation. Von Ladislaus von Wágner. Complet in 4 Lfgn. (Lfg. 17. 18. 20. 21.) Preis 17 Mark 60 Pf.
Die Kalk-, Cement-, Gyps- und Ziegelfabrikation. Von J. F. Rühne. (Lfg. 22.) Preis 8 Mark.
Die Düngerfabrikation. Von Dr. Paul Wagner. (Lfg. 23.) Preis 5 Mark 20 Pf.
Die Industrie der Fette. Von Dr. C. Deite. Complet in 2 Lfgn. (Lfg. 25. 26.) Preis 9 Mark.
Die Weinbereitung. Von Heinrich Wilhelm Dahlen. Complet in 5 Lfgn. (Lfg. 27. 32. 34. 36. 38.) Preis 26 Mark.
Das Brotbacken. Von Dr. K. Birnbaum. (Lfg. 29.) Preis 8 Mark 40 Pf.
Die Torf-Industrie und die Moor-Cultur. Von Dr. E. Birnbaum und Dr. K. Birnbaum. (Lfg. 33.) Preis 6 Mark 80 Pf.
Die Gewinnung der Gespinnstfasern. Von Professor H. Richard. (Lfg. 35.) Preis 5 Mark 60 Pf.
Kurzes erläuterndes Wörterbuch. Von Dr. K. Birnbaum. (Lfg. 37.) Preis 4 Mark 80 Pf.

Die Chemie
in ihrer Anwendung auf
Agricultur und Physiologie.
Von
Justus von Liebig.
Neunte Auflage. Im Auftrage des Verfassers herausgegeben von
Dr. Ph. Zöller,
K. K. Regierungsrath und ordentlicher Professor der Chemie an der K. K. Hochschule für Bodencultur zu Wien.
gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 16 Mark 60 Pf.

DIE

KÄUFLICHEN DÜNGEMITTEL,

IHRE

DARSTELLUNG UND VERWENDUNG.

DIE

KÄUFLICHEN DÜNGEMITTEL,

IHRE

DARSTELLUNG UND VERWENDUNG.

EINE

TECHNISCH-LANDWIRTHSCHAFTLICHE STUDIE

VON

Dr. WILHELM COHN.

308
Z
Bo 4715

BRAUNSCHWEIG,
DRUCK UND VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN.
1883.

Alle Rechte vorbehalten.

From the Library of
C. F. Chandler
AUG 9 1945

VORWORT.

Die nachfolgenden Blätter, zum grössten Theil schon im Sommer 1874 geschrieben, waren bestimmt unter der Ueberschrift: „Fabrikation künstlicher Düngemittel“ im vierten Hefte des als ein Theil des amtlichen Berichtes über die Wiener Weltausstellung im Jahre 1873 herausgegebenen „Bericht über die Entwickelung der chemischen Industrie während des letzten Jahrzehnds“ zu erscheinen; verschiedene Gründe veranlassten jedoch, von dieser Idee abzugehen, und unter Zustimmung des Herrn Geheime Rath Professor Dr. Hofmann (Herausgeber des genannten „Bericht“), sowie der Verlagshandlung, übergebe ich jetzt jene Abhandlung, die ursprünglich für einen andern Leserkreis bestimmt war, dem landwirthschaftlichen Publikum.

Ich habe bei der Ueberarbeitung derselben Manches hinzufügen und weiter ausführen müssen, was früher wegbleiben konnte, abgesehen davon, dass die Wandlungen auf dem Düngermarkte während der letzten acht Jahre, mannigfache inzwischen veröffentlichte agriculturchemische Untersuchungen und andere Publikationen wesentliche Aenderungen des Textes im Gefolge haben mussten.

Dieses Jahr vollendet gerade ein Vierteljahrhundert, seitdem ich den Betrieb meiner Düngerfabrik hier begonnen. Damals war die Anwendung käuflicher Düngemittel erst bei wenigen Landwirthen in Gebrauch. Noch erblickte man darin einen kostspieligen Luxus, den sich wohl der reiche Landwirth erlauben könnte, und höchstens wurde, um doch auch der Wissenschaft zu huldigen, ein kleines Quantum zu einem einmaligen Versuch entnommen. Es bedurfte der Arbeit in Schrift und Wort, um der Ueberzeugung

Bahn zu brechen, dass es sich nicht um eine vorübergehende Mode, sondern um den wichtigsten Fortschritt in der modernen Landwirthschaft handle. Die Erfahrung hat allmälig alle diese Voraussagungen bestätigt. Die Frage über die Wichtigkeit und Nothwendigkeit der Anwendung künstlicher Düngemittel wird heute überhaupt nicht mehr discutirt, nur nach den Quellen sucht der Landwirth, aus denen er Phosphorsäure und Stickstoff am billigsten erlangen kann.

Nach dieser Richtung hin sollen die folgenden Blätter Bekanntes und Neues mittheilen und zugleich die Beantwortung mancher Fragen bringen, die so oft von Landwirthen in Bezug auf künstliche Düngung an mich im Laufe so vieler Jahre gerichtet worden sind.

So mag denn das Dargebrachte freundlich aufgenommen werden.

Martiniquefelde bei Berlin, 30. December 1882.

Dr. Wilhelm Cohn.

INHALT.

I. Einleitung 1
II. Stickstoffhaltige Düngemittel 7
III. Phosphorsäurehaltige Düngemittel 15
IV. Kalihaltige Düngemittel 31
V. Gemischte Düngemittel 36
VI. Verhalten der Düngemittel zur Ackererde 50
VII. Schluss 55

I.

Einleitung.

Die Anwendung des Düngers zur Befruchtung der Felder verdankt wahrscheinlich einer zufälligen Beobachtung ihr Entstehen. Vielleicht um Raum zu gewinnen, vielleicht um die mit der Zersetzung organischer Stoffe verbundenen Ausdünstungen und üblen Gerüche zu entfernen, vergrub man die angehäuften Fäcalstoffe der Menschen und Thiere sowie andere durch den Wirthschaftsbetrieb angesammelten Abfälle in den Acker. Als man sah, dass die Feldfrüchte sich auf solchen Stellen besonders üppig entwickelt hatten, entstand allmälig eine gewisse Regelmässigkeit in dem Verfahren der Unterbringung. In Gegenden, wo ähnliche organische Massen durch Naturprocesse abgelagert waren, wurden auch diese in gleicher Weise verwandt, und es mag die auch heute noch geltende, wenn auch keineswegs durchaus richtige Bauernregel, dass alles Uebelriechende auch ein vortrefflicher Dünger sei, sich schon frühe gebildet haben. An den Küsten des Meeres benutzte man die ausgeworfenen Muscheln, kleinen Fische und den Tang. Humboldt berichtet [1]), dass bereits unter der Regierung der Inkas in Peru der Guano nicht nur regelmässig zur Düngung verwandt, sondern sogar schon als wichtiges Object der Staatswirthschaft betrachtet wurde, so dass schwere Strafen auf muthwillige Beschädigung der Guano erzeugenden Vögel festgesetzt waren. Auch die Anwendung von Mergel, Kalk und Gyps, von denen die letztere wenigstens unserer Zeit nicht gar zu entfernt liegt, geschah noch in roher Empirie. Man war weit davon entfernt, den Grund der Erfolge dieser Düngungen auch nur zu ahnen, denn, wenn auch schon am Ende des vorigen Jahrhunderts aus-

[1]) Klaproth, Beiträge zur chemischen Kenntniss der Mineralkörper, Bd. IV, 1807.

gezeichnete wissenschaftliche Arbeiten der Landwirthschaft die Grundlagen einer Theorie gaben, blieben diese lange genug ohne jeden Einfluss auf die landwirthschaftliche Praxis.

Das Auftreten Albrecht Thaer's in Celle [1]), die Herausgabe der Annalen der Niedersächsischen Landwirthschaft, endlich sein epochemachendes Werk über die Grundsätze des rationellen Ackerbaues verschafften zuerst den Naturwissenschaften eine gewisse Anerkennung unter den Landwirthen und bahnten den Weg, auf dem sie unter vielen Kämpfen allmälig den Platz erobert haben, den sie heute in der Landwirthschaftslehre einnehmen.

Entscheidend aber wurde ihr Einfluss erst durch das im Jahre 1840 erschienene Werk Justus Liebig's: „Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie". Die bisher gemachten wissenschaftlichen Erfahrungen und Beobachtungen wurden hier zum ersten Male unter einem einheitlichen Gesichtspunkt zusammengefasst und die wahren Grundsätze der Pflanzenernährung entwickelt. Nachgewiesen wurde, dass die in den Pflanzenaschen gefundenen unorganischen Körper nicht zufällig, sondern als wahre Nahrungsmittel während der Wachsthumsperiode aufgenommen worden seien. Durch die periodische Entfernung der angebauten Culturpflanzen wird mit ihnen daher gleichzeitig eine gewisse Menge der früher im Boden vorhanden gewesenen und ihm nun entzogenen Mineralstoffe entfernt. Die Höhe der Erträge und die Dauer der Fruchtbarkeit einer bestimmten Ackerfläche stehen daher im directen Verhältnisse zum Reichthum derselben an aufnehmbaren mineralischen Pflanzennährstoffen. Sollen die Erträge stets in gleicher Höhe bleiben, so bedarf der Acker, der nicht einen grossen Ueberschuss an Nährstoffen besitzt, einen Ersatz für die verbrauchten, und selbst bei den reichsten Aeckern wird die Nothwendigkeit des Ersatzes nur eine Frage der Zeit sein. Da die Thiere aus den ihnen gereichten Futterstoffen die darin enthaltenen Mineralien in der Jugend zwar nur theilweise, von einem gewissen Lebensalter an aber vollständig ausscheiden, so giebt der in den Boden gebrachte thierische Dünger demselben wieder, was ihm genommen war. Die landwirthschaftlichen Producte kommen indessen selten an dem Orte, wo sie erzeugt sind, zum vollkommenen Verbrauch und zur Ausnutzung, es wird sich daher das Gleichgewicht des Bodengehaltes bald verschieben. Ein grosser Theil der bebauten Aecker wird allmälig ärmer, während sich an anderen Orten, grösstentheils in den Städten, ein Reichthum befruchtender Mineralstoffe anhäuft, der freilich durch mangelhafte Einrichtungen grösstentheils mit den Wasserläufen dem Meere zugespült und so den kornerzeugenden Fluren entzogen wird. Diesen Verlust

[1]) Festschrift zur Säcularfeier der Königl. Landwirthschafts-Gesellschaft zu Celle in Hannover 1865.

auszugleichen muss daher auf andere Weise Ersatz für die ausgeführten Bodenbestandtheile geschafft werden.

Diese allgemeinen Betrachtungen, deren zwingender Logik sich schliesslich auch der weniger wissenschaftlich gebildete Landwirth nicht entziehen kann, geben die Gründe für die Anwendung künstlich hergestellter Düngemittel und der dem gleichen Zwecke entsprechenden Naturproducte. Der Gebrauch dieser Stoffe ist in allen Culturländern Europas ein so gewaltiger geworden, dass nicht nur ein mächtiger Handel sie aus allen Theilen der Welt herbeischafft, sondern sich auch die fabrikmässige Darstellung solcher Düngemittel zu einer der bedeutendsten Industrien der Neuzeit entwickelt hat.

War zwar auch hier und da die Praxis der Theorie vorausgegangen, hatte man bereits am Ende des vorigen Jahrhunderts in Deutschland an einigen Orten und bald nachher in ausgedehnterem Maasse in England die rohen Thierknochen zur Düngung verwandt, so muss dies doch nur als ein empirischer Versuch angesehen werden, der nur eine locale Bedeutung in den Districten gewann, wo geeigneter Boden und feuchtes Klima die Zersetzung dieses Düngemittels begünstigte, das damals noch in ganz ungeeigneter Form zur Anwendung gelangte. Die Erklärungen, die man damals von wissenschaftlicher Seite zu geben versuchte, machen den Eindruck des Umhertappens in einem ganz unbekannten Gebiete [1]).

Erst die tiefere Einsicht in den Grund der Erscheinung, die zu den passenden Stoffen, der zweckmässigen Darstellung und zur richtigen Auswahl in Bezug auf die Anwendung führten, vermochten einen allgemeinen Gebrauch künstlicher Düngemittel zu veranlassen. Jetzt erst konnte man den verschiedenartigsten Ansprüchen des Bodens und des Wirthschaftsbetriebes entsprechen.

Die Lehren Liebig's, die die Grundlagen des Ackerbaues auf chemische Gesetze zurückführten, gaben mittelbar Veranlassung zur Errichtung der landwirthschaftlichen Versuchsstationen. Es war das Verdienst Adolph Stöckhardt's, solche ins Leben zu rufen, um die Praxis direct durch die Wissenschaft zu fördern. Die Stationen übernahmen die Aufgabe, durch exacte Methoden experimentell die angeregten Fragen möglichst zu lösen.

Zu den wirklichen Lebens- und Wachsthumsbedingungen unserer Culturpflanzen treten so viel zufällige und unberechenbare hinzu, dass die Complicität der Erscheinung keinen richtigen Einblick in ihre wahre Wesenheit gestattet. So wenig wir im vollen Sonnenlicht die Länge einer homogenen Farbenwelle oder aus den Tönen eines Orchesters die Schwingungen einer Saite ermitteln können, ebensowenig

[1]) Lampadius, Erdmann's Journ. 1828 u. The farmers magazine 1829, November.

gestattet die gleichzeitige Einwirkung der physikalischen Eigenschaften des Bodens, der Feuchtigkeit, der Wärme und des Lichts, den chemischen Einfluss der einzelnen Nährstoffe auf das Gedeihen der Pflanzen sicher zu erkennen. Eine Reihe von Untersuchungen, bei der alle Einflüsse ausser dem zu ermittelnden des Nährstoffes zu entfernen waren, musste vorausgehen, ehe ein Einblick in die Werthigkeit der einzelnen Nährstoffe für den Aufbau des pflanzlichen Organismus gewonnen werden konnte.

Ein Theil der Experimentatoren glaubte diese Aufgabe am reinsten zu lösen, wenn sie Pflanzen in destillirtem Wasser cultivirten, dem die Nährstoffe in passender Form und abgewogenen Mengen zugesetzt wurden. Die nicht geringen Schwierigkeiten, die sich zuerst dem Versuche entgegenstellten, Landpflanzen in Wasser zu ziehen, wurden allmälig vollständig überwunden und es gelang in der That, Pflanzen in vollkommenster normaler Ausbildung mit reifem, fortpflanzungsfähigem Samen zu gewinnen. Begründet wurde die Methode bereits 1758 von Du Hamel [1]), von Saussure [2]) und Humphry Davy [3]) angewandt, aber erst in neuester Zeit durch die Arbeiten von Julius Sachs [4]) wieder ins Leben gerufen und durch Knop, Stohmann, E. Wolff und Nobbe besonders ausgebildet.

Andere Forscher, die die Wasserculturen den natürlichen Bedingungen nicht entsprechend hielten, stellten künstliche Böden aus indifferenten, von Pflanzennährstoffen freien Medien dar. Unter diesen Versuchen sind besonders die von Hellriegel [5]) ausgeführten bemerkenswerth. Sie wurden in sehr reinem Quarzsand, der übrigens noch vorher mit Säure gekocht, gewaschen und geglüht worden war, angestellt. Diese Versuche sind darum so interessant, weil bei ihnen zugleich der Einfluss des Samengewichtes, der Feuchtigkeit, des Lichtes, der Verdunstung und der Bodentiefe auf den Ertrag ermittelt wurde. Erst nachdem derselbe erkannt war, konnte er bei den Nährstoffversuchen eliminirt werden.

Die Resultate sowohl der Wasser- als Sandculturen haben übereinstimmend ergeben, dass Kali, Kalk, Magnesia und Eisen sowie Phosphorsäure und Schwefelsäure die mineralischen Nährstoffe sind, die, wenn auch in relativ verschiedener Menge, der Pflanze zur Aufnahme dargeboten werden müssen, wenn dieselbe ein mehrfaches Trockengewicht ihres Samens und selbst reife, keimungsfähige Samen hervorbringen soll. Ob das Chlor zur Ernährung nothwendig sei, darüber war man früher verschiedener Meinung, doch scheinen die Versuche Nobbe's [6]) fest-

[1]) Du Hamel, Physique des arbres 1758. — [2]) Th. de Saussure, Recherches chimiques 1804. — [3]) Elemente der Agriculturchemie, deutsch 1804. — [4]) Chem. Ackersmann 1859, 28. — [5]) Landwirthsch. Centralbl. f. Deutschland 1866, II, 145. — [6]) Landwirthsch. Versuchsstat. 1865, Bd. 7, S. 374.

gestellt zu haben, dass die Gegenwart des Chlors für gewisse physiologische Vorgänge in der Pflanze gefordert wird. Ausser diesen Mineralien bedürfen alle Pflanzen zu ihrer Entwickelung Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff. Erfahrungsmässig wissen wir, dass Wasser und Luft, letztere durch ihren constanten Gehalt an Kohlensäure, die ersten drei der genannten Organogene der Pflanze in genügender Menge liefern. Anders verhält es sich mit dem Stickstoff. Frühere Ansichten, dass der freie Stickstoff der Atmosphäre assimilirt werden könne, sind schliesslich durch die Versuche Boussingault's [1]) endgiltig widerlegt worden. Nur Salpetersäure oder Ammoniak sind geeignet, die Pflanze mit dem nöthigen Stickstoff zu versorgen. Ja, es scheint, als ob sogar nur die Salpetersäure allein diese Fähigkeit habe, wenn auch durch einzelne Arbeiten, die vielleicht der Wiederholung bedürfen, nachgewiesen sein soll, dass nicht nur Ammoniak [2]), sondern auch complexe organische Stickstoffverbindungen, wie Guanin [3]), Harnstoff [4]), und Harnsäure, unmittelbar von der Pflanze aufgenommen werden können. Die Schwierigkeit dieser Untersuchungen lässt immer noch die Möglichkeit offen, anzunehmen, dass eine irrthümliche Beobachtung vorliegt und dass diese Körper vor ihrer Aufnahme sich doch zu Salpetersäure oxydiren.

Die Erfahrung hat nun gelehrt, dass die meisten unserer Culturböden, in denen ursprünglich all die genannten Nährstoffe in entsprechender Menge vorhanden angenommen werden müssen, durch den Ackerbau vorzüglich an Stickstoff, Phosphorsäure und Kali erschöpft werden. Das letztere findet sich vorwiegend in den Knollen- und Wurzelgewächsen, die Phosphorsäure in dem Samen der Getreidearten und Hülsenfrüchte, der Stickstoff endlich in allen Theilen unserer Culturpflanzen. Durch die Wechselwirthschaft sowohl, bei der man abwechselnd Pflanzen mit verschiedenen Nährstoffbedürfnissen anbaute, als durch die Brache, während der aufs Neue Nährstoffe aus den Gesteinstrümmern der Ackerkrume durch die Einwirkung von Luft und Feuchtigkeit löslich gemacht werden, hatte man den Gleichgewichtszustand in der aufnehmbaren Nährstoffsmenge instinctiv herzustellen gesucht. Schliesslich glaubte man im Stalldünger für alle Fälle das Correctiv zu haben, den Boden auf die frühere Ertragsfähigkeit zu bringen. Als aber mit Zunahme der intensiven Cultur die Brache beschränkt und die den Betrieb in vielen Fällen beengende Dreifelderwirthschaft aufgegeben wurde, als man einsah, dass der thierische Dünger an sich noch kein vollkommener Dünger zu sein brauche, sondern erst die

[1]) Compt. rend. T. 39, S. 601.
[2]) Landw. Versuchsstationen 1867, Bd. IX, S. 157 u. 167.
[3]) Ebend. Bd. 8, S. 225.
[4]) Ebend. Bd. 9, S. 49.

Qualität und Quantität der den Thieren verabreichten Futterstoffe seinen Werth bestimme, so wurde die Zufuhr von Pflanzennährstoffen auch in anderen Formen als geeignet erachtet.

War man über den Ersatz der durch die Ernten ausgeführten Mineralstoffe bald einig, so erzeugte die Frage, ob auch der verbrauchte Stickstoff ersetzt werden müsse, einen langjährigen lebhaften Streit. Wir wissen nach Schönbein's Entdeckung, dass in der Luft ununterbrochen Stickstoffverbindungen erzeugt werden, die Regen, Thau und Schnee dem Boden zuführen. Man kann annehmen, dass etwa 12 kg Stickstoff jährlich in Form von Ammoniak und Salpetersäure auf den Hectar niederfallen [1]). Für die kurze Wachsthumsperiode unserer Feldpflanzen aber genügt dieser Betrag nicht. Um eine reichliche Ernte zu erhalten, ist eine grössere Menge nothwendig, und so ist denn auch die Zufuhr stickstoffhaltiger Düngemittel als eine wesentliche Bedingung, um hohe Erträge zu erhalten, anerkannt worden.

Die Industrie der künstlichen Düngstoffe gruppirt sich daher um die drei Nährstoffe: Stickstoff, Phosphorsäure und Kali. Die käuflichen Düngstoffe selbst, sei es nun, dass die Natur sie schon fertig liefert, sei es, dass sie aus verschiedenen Rohmaterialien erst dargestellt werden müssen, enthalten vorwiegend einen der genannten drei Stoffe oder bilden Combinationen derselben. Nach dieser Richtung hin wollen wir sie nun einzeln betrachten.

[1]) Annalen der Landwirthschaft 1867.

II.

Stickstoffhaltige Düngemittel.

Von den nur durch ihren Stickstoffgehalt wirksamen Düngemitteln ist in erster Linie der Chilisalpeter (salpetersaures Natron) zu nennen. Lange schon in England als Kopfdünger im Frühjahr für Weizen und für Sommergetreide gebräuchlich, hat er sich in den letzten fünfzehn Jahren, in denen sein Preis ein mässiger war, nicht nur in Deutschland eingebürgert, sondern wird jetzt, wie die nachfolgenden Zahlen beweisen, in ungeheurer Menge von der Landwirthschaft verbraucht. Dieselbe benutzt ihn sowohl zu gleichen Zwecken wie in England, als auch in grossen Quantitäten zur Düngung der Zuckerrüben und Kartoffeln. Seine leichte Löslichkeit im Boden bedingt seine sofortige Assimilation, die sich durch dunkle Farbe des Blattes und üppigen Wuchs kundgiebt. Von dem für Deutschland grösstentheils in Hamburg importirten Salpeter wird nur die geringere Menge zur Darstellung von Kalisalpeter, Salpetersäure und zur Fabrikation der Schwefelsäure benutzt. Man kann annehmen, dass mehr als die Hälfte des eingeführten Quantums den Zwecken der Landwirthschaft dient. Nach den amtlichen Listen wurden während der letzten 19 Jahre in Hamburg roher Chilisalpeter eingeführt:

1864:	41 622	Säcke	oder	104 000	Centner
1865:	88 565	„	„	221 000	„
1866:	116 825	„	„	292 000	„
1867:	104 202	„	„	260 000	„
1868:	96 150	„	„	240 000	„
1869:	141 870	„	„	354 000	„
1870:	153 419	„	„	383 000	„
1871:	240 320	„	„	600 000	„
1872:	368 511	„	„	900 000	„
1873:	316 076	„	„	800 000	„

1874:	466 850	Säcke	oder	1 167 125 Centner
1875:	356 428	„	„	891 070 „
1876:	425 341	„	„	1 063 352 „
1877:	419 759	„	„	1 049 398 „
1878:	524 160	„	„	1 310 400 „
1879:	542 094	„	„	1 355 235 „
1880:	391 822	„	„	979 555 „
1881:	743 411	„	„	1 858 527 „
1882:	987 180	„	„	2 467 950 „

Die bedeutende Zunahme der Einfuhr im Jahre 1874 rührte nicht nur von dem zunehmenden Verbrauche her, sondern auch von der Furcht der Importeure, die peruanische Regierung möchte ihre Absicht, einen Ausfuhrzoll auf Salpeter zu legen, in Ausführung bringen. Diese Besorgniss hat sich indessen später als unbegründet herausgestellt. Der Rückgang im Jahre 1880 ist zum Theil einem künstlichen Hinaufschrauben der Preise zuzuschreiben, dagegen haben die kolossalen Zufuhren im letzten Herbste den Preis sehr ermässigt und wird in Folge dessen der Consum in diesem Jahre noch bedeutender sein.

Bekanntlich findet sich der Chilisalpeter auf peruanischem Gebiete am Fusse der Anden und bedeckt als eine mächtige Schicht mit Kochsalz vermischt grosse Strecken Landes. Er wird durch Auflösen und Umkrystallisiren in den Raffinerien dort von den Unreinigkeiten und dem grössten Theile seines Kochsalzgehaltes befreit, von dem die in den Handel kommende gute Waare nur noch 3 bis 4 Proc. enthält. Guter Chilisalpeter enthält 95 bis 96 Proc. salpetersaures Natron, entsprechend einem Stickstoffgehalt von 15,64 bis 15,81 Proc.

Die Entstehung des Chilisalpeters, der bis jetzt nur in jenen Gegenden gefunden worden, ist noch nicht ganz aufgehellt. Sehr Vieles hat die Ansicht von Noellner[1]) für sich, dass derselbe aus stickstoffhaltigem Seetang (das Vorkommen des Jods im Salpeter spricht dafür) sich gebildet habe. Wenn heftige Orkane, die überhaupt oft jene Küste heimsuchen, im Laufe von Jahrtausenden von den ungeheuren Flächen des Oceans gewaltige Massen von Seetangen in jene regenlose Bucht Südamerikas hineintrieben und später entweder die Meeresufer zurücktraten oder die Küsten durch vulkanische Kräfte gehoben wurden, so musste sich eine solche Zone angeschwemmter Seetange bilden, wie sie jetzt die Salpeterlager zeigen. Mit Bestimmtheit kann man annehmen, dass das in den unteren Schichten befindliche Kochsalz von nachher verdampftem eingedrungenen Seewasser herrührt, über dem durch Vermehrung der natronhaltigen Tange sich der Salpeter gebildet hat. Die Bedingungen zur Entstehung eines solchen

[1]) Noellner, Journ. f. prakt. Chem. 1867.

Lagers treffen wohl nirgends auf der Erde so günstig zusammen, wie an jenen regenlosen Südwestküsten Amerikas.

Vor einiger Zeit ist unter der Bezeichnung: Natron-Kali-Salpeter ein Düngesalz in den Handel gekommen, das auf 14,8 Proc. Stickstoff 15,92 Proc. Kali enthält. Die Menge des darin enthaltenen salpetersauren Natron verhält sich zu der des salpetersauren Kali wie 2 : 1. Wahrscheinlich ist dies Salz ein Rückstand der Kalisalpeterfabrikation.

Nach Drechsler[1]) ist es unter der Bezeichnung „roher Südseesalpeter“ importirt worden und soll im Districte Tarapaca im südlichen Peru gewonnen werden. Bei der Reinigung des Rohsalzes scheidet sich zuerst salpetersaures Natron ab und aus der Mutterlauge krystallisirt dann das salpetersaure Kali-Natron. Doch scheint die im Handel vorkommende Menge viel zu gering, um sie zu etwas Anderem als interessanten Düngungsversuchen benutzen zu können.

Der Erfolg des Chilisalpeters beruht, wie schon erwähnt, in erster Linie darauf, dass er sofort eine aufnehmbare Stickstoffverbindung den Wurzeln darbietet, die sich dadurch kräftig entwickeln und so die junge Pflanze über die sie in der ersten Wachsthumsperiode hauptsächlich bedrohenden Gefahren schneller und sicherer hinwegbringt. Dadurch, dass er zugleich die Wasserverdunstung der Gewächse steigert, bewirkt er wahrscheinlich eine lebhaftere und reichlichere Aufnahme der Nährstofflösung durch die Wurzeln. Gleichzeitig übt der Salpeter, wie schon Liebig[2]) nachwies, auf die mineralischen Bodenbestandtheile eine lösende Wirkung aus, wie er denn auch nach Fiedler[3]) die Phosphorsäure in der Ackererde weiter verbreiten soll. Hierauf beruht auch die Meinung, dass der Chilisalpeter den Boden aussauge. Gewiss ist derselbe ein ganz einseitiges Düngemittel und wird seine Wirkung immer mitbestimmt werden von dem Reichthum des Bodens an anderen Nährstoffen[4]). Man wird daher gut thun in rationeller Weise Phosphate gleichzeitig mit zu verwenden, falls nicht von Zeit zu Zeit durch eine Stallmistdüngung die verbrauchten Mineralstoffe dem Acker wieder zugeführt werden.

Nächst dem Chilisalpeter ist als ein an Stickstoff noch reicheres Düngemittel das schwefelsaure Ammoniak anzuführen, das von der deutschen Landwirthschaft etwa seit Anfang der sechziger Jahre gebraucht wird. Bei Erhitzung stickstoffhaltiger Substanzen in geschlossenen Gefässen, der sogenannten trocknen Destillation, bilden sich immer Ammoniaksalze. So wurden dieselben früher bei der Verkohlung der Knochen in Retorten, jetzt werden sie fast ausschliesslich bei der der Steinkohlen gewonnen und in schwefelsaures Ammoniak verwandelt. Das

[1]) Journ. f. Landwirthschaft Bd. 27, S. 1. — [2]) Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 105. — [3]) Landw. Versuchsst. Bd. 26, S. 135. — [4]) Emerling u. Loger, Centralbl. f. Agricultur-Chemie 1881, S. 583.

als Nebenproduct bei der Leuchtgasbereitung sich ansammelnde Wasser enthält grosse Mengen kohlensaures Ammoniak und Schwefelammonium. Unter Zusatz von Kalk, der die Kohlensäure und den Schwefelwasserstoff bindet, wird das Ammoniak aus dem Gaswasser direct in Schwefelsäure von 50° B. überdestillirt und fällt darin als schwefelsaures Salz nieder. Die bei der Gasfabrikation sich bildenden Ammoniakverbindungen scheiden sich übrigens keineswegs vollständig in den wässerigen Destillationsproducten ab, sondern verunreinigen immer noch das Rohgas. Man lässt daher zur Abscheidung das Gas noch durch verschiedene Apparate und Reinigungskästen gehen, verliert aber so einen Theil der Ammoniaksalze, die sich in der Reinigungsmasse ansammeln. Nicht uninteressant ist daher das in neuester Zeit vorgeschlagene Verfahren von Bolton und Wanklyn [1]), das Rohgas statt wie bisher über die übliche Reinigungsmasse, über auf Horden ausgebreitetes Superphosphat streichen zu lassen, das ihm vollständig das Ammoniak entzieht. Dasselbe bildet mit der Säure des Phosphats sofort das schwefelsaure Salz und bleibt mit jenem in inniger Verbindung. Versuche auf der Gasanstalt in München [2]) ausgeführt, haben die Richtigkeit des Verfahrens nachgewiesen. Es sind indessen nicht nur von einzelnen Gastechnikern Bedenken gegen diese Art der Ammoniakgewinnung laut geworden [3]), sondern auch von Seiten der Agriculturchemiker wird darauf hingewiesen, dass die lösliche Phosphorsäure des Superphosphats bei dieser Gelegenheit unlöslich gemacht wird. Wie weit ein von Dr. Grüneberg gemachter Vorschlag, statt des Superphosphats geglühte und dann mit Schwefelsäure imprägnirte Infusorienerde oder Flugasche als Absorptionsmittel für das Ammoniak zu verwenden, sich praktisch bewähren wird, muss erst erprobt werden. Ebenso das erst vor Kurzem patentirte Verfahren von Spence u. Devignes in London, die zur Absorption des Ammoniaks ein mit Schwefelsäure erhitztes natürliches Thonerdephosphat, das nachher mit Kalk oder Magnesit neutralisirt wird, verwenden. Die mit Ammoniak gesättigte Thonerdeverbindung soll dann direct als Dünger benutzt werden [4]). Jedenfalls hat mit der Ausbreitung der Gasbeleuchtung die Fabrikation der Ammoniaksalze zugenommen und die Reinerträge der Gasanstalten wesentlich erhöht. Welche Quantitäten aus dieser Quelle der Landwirthschaft zuströmen können, darauf weist W. Siemens in seiner Eröffnungsrede auf der vorjährigen Augustversammlung der britischen Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften in Southampton hin, indem er anführt, dass die sämmtlichen Gasanstalten der vereinigten Königreiche Grossbritanniens jährlich circa 20 Millionen Centner Gaswasser produciren, aus

[1]) Journ. f. Gasbeleuchtung 1881, S. 586. — [2]) Ebendas. 1882, S. 282. — [3]) Ebendas. 1882, S. 391 u. S. 628 u. ff. — [4]) Berichte der deutschen Chem. Gesellschaft, 15. Jahrgang, S. 3103.

denen circa 1 900 000 Centner schwefelsaures Ammoniak im ungefähren Werthe von 29 Millionen Mark fabricirt werden können [4]). Eine weitere Aussicht eröffnet sich durch die im letzten Jahre angestellten Versuche [2]), bei der Darstellung von Hohofencoaks Theer und Ammoniak, die bei der Vercoakung verloren gehen, zu gewinnen. In Westphalen sind zwar bereits einige dieser neu construirten Oefen in Betrieb, doch werden dabei nicht so dichte Coaks erhalten, wie der Hohofenprocess sie erfordert. Diese Schwierigkeiten dürften indessen durch die fortgesetzten Versuche und Neuconstructionen überwunden werden, und wird dies Verfahren dann beim Hüttenprocess allgemein eingeführt, so ergiebt es eine neue so reichliche Quelle der Ammoniakproduction, dass die bis jetzt noch immer vergeblich, aber mit grossen Kosten angestellten Experimente, das Ammoniak nach einem Grouven'schen Patente [3]) direct aus dem Stickstoff der Moore zu fabriciren, wohl erst recht von wenig praktischer Bedeutung erscheinen dürften.

Seitdem die Landwirthe auch bei uns den hohen Werth dieses Düngemittels erkannten, hat die Fabrikation desselben auch in Deutschland einen grösseren Umfang angenommen, während sie früher fast ausschliesslich in England betrieben worden ist. Auch in Frankreich, Holland, Russland und Amerika wird das Gaswasser auf Ammoniak verarbeitet, und da unsere heimische Fabrikation bis jetzt nicht ausreicht, das Bedürfniss zu decken, so werden aus den anderen Ländern grosse Quantitäten eingeführt. Der Hauptimport kommt aus England. Während 1871 [4]) überhaupt nur 850 000 Centner fabricirt sein sollen, betrug allein die Einfuhr in Harburg und Hamburg:

1878	circa	350 000	Centner
1879	„	510 000	„
1880	„	440 000	„
1881	„	430 000	„
1882	„	499 000	„

Von England kam zuweilen schwefelsaures Ammoniak im Handel vor, das eine ziemlich grosse Menge Rhodanammonium [5]) enthielt.

[1]) Journ. f. Gasbeleuchtung 1882, S. 669.

[2]) The Journal of the Iron and Steel Institute I, 1880, S. 137.

[3]) Berichte der deutschen Chemischen Gesellschaft, 15. Jahrgang, S. 2278.

[4]) Nach einer ungefähren Schätzung soll die Production von schwefelsaurem Ammoniak im Jahre 1871 bereits betragen haben:

England jährlich	400 000	Ctr.
Frankreich	250 000	„
Holland und Belgien	50 000	„
Deutschland	100 000	„
Die übrigen europäischen Länder	50 000	„
Im Ganzen	850 000	Ctr.

Neue landwirthschaftl. Ztg. 1872, 6.

[5]) Landwirthschaftl. Versuchsstat. Bd. 15, S. 230.

Dasselbe wirkt, wie alle Cyanverbindungen, giftig auf die Pflanzen [1]). Wahrscheinlich rührt es von der Auslaugung der rohen, zur Reinigung des Leuchtgases gebrauchten Laming'schen Masse her, die sowohl Schwefelammonium, das sich an der Luft allmälig zu schwefelsaurem Ammoniak oxydirt, wie auch Schwefelcyanammonium (Rhodanammonium) enthält. Die nicht zu vermeidende Absorption dieses letzteren bei dem oben besprochenen Verfahren von Bolton und Wanklyn macht den Vortheil desselben ebenfalls zweifelhaft.

Interessant und nicht ohne Bedeutung für die Verwerthung der Abfallstoffe in den Städten, worauf wir noch später zurückkommen, ist die Gewinnung des schwefelsauren Ammons aus gefaultem Urin. Nach den Beobachtungen Alexander Müller's bildet sich aus dem Harnstoffe, wenn der Urin bei einer Temperatur von etwa 30° R. faulen gelassen wird, kohlensaures Ammoniak, dass durch Destillation dann ebenso wie aus dem Gaswasser als schwefelsaures gewonnen wird. Eine auf dieses Verfahren begründete Fabrik war in Stockholm errichtet worden.

Das schwefelsaure Ammoniak enthält in der Form, in der es im Handel vorkommt, 20 Proc. Stickstoff. Garantirt werden als Minimum 24 Proc. Ammoniak, einem Stickstoffgehalt von 19,7 Proc. entsprechend, doch kommt jetzt häufig auch Waare auf den Markt, in der $20^1/_2$ und $20^3/_4$ Proc. Ammoniak, entsprechend 20 und 20,4 Proc. Stickstoff, garantirt und geliefert werden. Die Farbe des Ammoniaksalzes ist, wenn es ganz rein ist, weiss, doch enthält es gewöhnlich noch geringe Spuren von Theer oder dessen Zersetzungsproducten und erscheint dann grau, gelblich, ja manchmal sogar braunröthlich, ohne dass dadurch seiner Wirksamkeit irgend welcher Abbruch geschieht.

Das schwefelsaure Ammoniak kommt selten allein als Düngemittel zur Anwendung, sondern wird hauptsächlich in Verbindung mit Superphosphaten, worüber nachher noch eingehender gesprochen werden soll, gebraucht. Seine Wirkung ist langsamer als die des Chilisalpeters, aber anhaltender, indem es die Pflanze fast während ihrer ganzen Entwickelung regelmässig mit dem ihr so nothwendigen Stickstoff versorgt. Es scheint nach allen Untersuchungen mit ziemlicher Gewissheit angenommen werden zu können, dass die Pflanze nicht aus Ammoniaksalzen, sondern nur aus Salpetersäure ihre Stickstoffverbindungen bilden kann. Ebenso gewiss ist aber, dass die Ammoniaksalze im Ackerboden sich langsam zu salpetersauren Verbindungen unter Einwirkung eines Fermentes oxydiren. Indem diese Oxydation allmälig vor sich geht, bieten die Ammoniaksalze eine dauernde Stickstoffquelle.

[1]) Zeitschr. d. Sächs. Provinz.-Ver. 1872, 4; Landwirthschaftl. Centralbl. 1872, II, S. 136 und Zeitschr. f. d. landwirthschaftl. Ver. d. Grossherzogthums Hessen 1872, 38.

Auch von den Stickstoffdüngern organischen Ursprungs, die neben den beiden eben besprochenen mineralischen zur Verwendung kommen, mag gleich vorausgeschickt werden, dass ihr Stickstoff ebenfalls erst in der Form von Salpetersäure der Pflanze zu Gute kommt. Unter gewissen günstigen Bedingungen mag bei der Verwesung dieser organischen stickstoffreichen Körper sich gleich Salpetersäure bilden, im Allgemeinen jedoch wird bei ihrer Fäulniss gewöhnlich erst Ammoniak entstehen, dessen Oxydation zu Salpetersäure dann später erfolgt. Interessant ist, dass bei dieser Zersetzung niemals aller Stickstoff sich als Ammoniak oder Salpetersäure wieder vorfindet, sondern ein Theil desselben entweder als ungebundener Stickstoff oder in amidartigen Verbindungen sich verflüchtigt [1]). Nach einigen Angaben soll ein starker Gypszusatz dies verhindern [2]). Keinenfalls ist die Erscheinung bis jetzt genügend wissenschaftlich erklärt, obschon es an Versuchen den Grund dafür zu ermitteln nicht gefehlt hat [3]).

Zu den in bedeutender Menge im Handel vorkommenden reinen Stickstoffdüngern organischen Ursprungs gehört das Blutmehl. Die Einrichtung von Schlachthäusern in den grösseren Städten macht es möglich das Blut der geschlachteten Thiere, das sonst grösstentheils verloren ging, sorgfältig zu sammeln. Es wird entweder gleich zum Gerinnen gebracht und die geronnene Masse oder, wo zur Gewinnung des Eiweisses das Serum sorgfältig vom Blutkuchen getrennt wird, dieser letztere auf Darren getrocknet. In muschligen, oft hornähnlichen festen Stücken kommt dies trockne Blut im Handel vor und wird von den Düngerfabriken zu einem feinen Mehl vermahlen. Der Gehalt schwankt je nach der Reinheit des Rohstoffes zwischen 12 und 14 Proc. Stickstoff. In letzterer Zeit ist die Verwendung des gemahlenen Blutes zum Dünger beliebter geworden, auch wird es vielfach benutzt um in Düngermischungen als Stickstoffquelle zu dienen. In Folge dessen ist die Nachfrage gestiegen, so dass auch das Ausland jetzt sehr grosse Mengen getrockneten Blutes liefert. Vorzüglich sind es Oesterreich und Russland, dann aber auch Italien, von denen bedeutende Posten bezogen werden. In den letzten Jahren hat sich auch Amerika lebhaft an der Zufuhr betheiligt, bis seit dem Herbste 1881 das Bedürfniss des eigenen Düngermarktes dieselben beschränkte und theilweise ganz zurückhielt.

Die günstige Wirkung, die erfahrungsmässig Hornspäne zeigen, hat zur fabrikmässigen Darstellung von Hornmehl geführt. Hörner, Klauen und Hufe werden eine Zeit lang dem Drucke gespannter Wasser-

[1]) König und Kiesow, Landw. Jahrbücher 1873, S. 107.

[2]) A. Pagel, Zeitschr. d. landw. Centralver. f. d. Prov. Sachsen 1876, S. 25. Nach einer Mittheilung aus dem Laboratorium Märcker's soll Morgen kürzlich gefunden haben, dass durch Zusatz von Kainit der Bildung von freiem Stickstoff bei der Fäulniss fast gänzlich vorgebeugt wird.

[3]) B. E. Dietzell, Berichte d. deutschen Chem. Gesellsch. 1882, S. 551.

dämpfe ausgesetzt, dann scharf getrocknet und fein gemahlen. Auch dieses Hornmehl enthält 12 Proc. Stickstoff, die Menge aber, die davon im Handel vorkommt, ist gering, wie ja auch das Rohmaterial nur in beschränkter Menge beschafft werden kann. Im Allgemeinen wird das Hornmehl mehr für gärtnerische als landwirthschaftliche Zwecke verbraucht.

Ein dem Hornmehl ähnliches Product ist das Ledermehl, dasselbe wird aus Lederabfällen aller Art, die gedämpft, gedarrt und dann gemahlen werden, hergestellt. Es hat einen Stickstoffgehalt von 7 bis 10 Proc. Indessen ist dieses Düngemittel, auch abgesehen vom Stickstoffgehalt, dem Hornmehl keineswegs gleichwerthig, da in derselben Zeit nur etwa $^1/_3$ seines Stickstoffs gegenüber dem des Hornmehls zur Wirkung gelangt [1]). Es ist dies nicht auffallend, da die Umwandlung der thierischen Haut in Leder dieselbe eben befähigen soll, der Fäulniss Widerstand zu leisten und durch das Dämpfen der Abfälle nur ein Theil der Gerbsäure entfernt wird.

Der Verbrauch dieser organischen Stickstoffdünger kann indessen in Bezug auf ihre Menge verglichen mit dem des Salpeters und schwefelsauren Ammoniaks nur als gering bezeichnet werden.

---

[1]) Morgen, Landw. Versuchsst. Bd. 16, S. 51. A. Petermann, Centralbl. f. Agric.-Chem. 1881, S. 590. Stutzer und Klinkenberg, Journ. f. Landw. Bd. 30, S. 363.

III.

Phosphorsäurehaltige Düngemittel.

Die bedeutendste und ausgedehnteste Fabrikation künstlicher Düngemittel ist die der phosphorsäurehaltigen. Da selbst die an Phosphorsäure reichsten Aecker nur 0,1 bis 0,3 Proc. davon enthalten, und alle Culturpflanzen viel Phosphorsäure bedürfen, so wird der Ersatz dieses mit jeder Ernte dem Acker entzogenen Nährstoffes um so nothwendiger, je ärmer gerade die meisten unserer Culturböden daran sind. Aber auch hier hat die Natur vorsorglich eine Ausgleichung in den mächtigen Lagern phosphorsäurereicher Substanzen gegeben, die mit dem steigenden Bedürfniss menschliche Intelligenz aufgefunden und die Handel und Industrie, angelockt von der Aussicht auf Gewinn, den Zwecken der Landwirthschaft dienstbar gemacht haben.

Bekanntlich hat Liebig zuerst vorgeschlagen, den phosphorsauren Kalk, der einen Hauptbestandtheil der Knochen bildet, durch Zersetzung mit Schwefelsäure schneller wirksam zu machen, da das damals in den Handel gebrachte grobe Knochenpulver sich nur sehr allmälig im Boden auflöste. In England fand der praktische Vorschlag bald Eingang. Man benutzte dieselbe Methode, um die in Suffolk und Cambridge gefundenen Koprolithen, die bis zur Hälfte ihres Gewichts aus phosphorsaurem Kalk bestehen, aufzuschliessen, und so wurde jenes Verfahren einst der Ausgangspunkt der grossartigen englischen Düngerfabrikation, der eine ebenso bedeutende in Deutschland jetzt gegenüber steht.

In den phosphatischen Mineralien und Rohstoffen kommt der phosphorsaure Kalk sowie in den Thierknochen als dreibasischer in Wasser unlöslicher oder doch äusserst schwer löslicher vor. Durch die Digestion mit Schwefelsäure bildet sich Gyps und ein in Wasser lösliches saures Kalksalz, das dem Düngemittel den Namen *superphosphate of lime* (saurer phosphorsaurer Kalk) oder kurzweg Superphosphat verschafft hat.

Man hat es an Versuchen nicht fehlen lassen, schon die rohen Phosphate feingemahlen, ohne sie erst in Superphosphat zu verwandeln, zur Düngung zu benutzen. Besonders als die phosphatischen Guanos, die unzweifelhaft organischen Ursprungs sind und einen procentischen Bruchtheil Stickstoff enthalten, eingeführt wurden, glaubte man sicher mit ihnen Erfolge zu erreichen. Aber alle Versuche im Kleinen und Grossen, unter den verschiedensten Verhältnissen ausgeführt, ergaben nur negative Resultate. Auch die Meinung, dass humose Substanzen die Phosphate löslich machten und es deshalb vortheilhaft sei, solche dem Stallmist zuzusetzen, muss aufgegeben werden, nachdem durch sorgfältige Untersuchung nachgewiesen [1]), dass weder die stickstoffhaltigen Verbindungen humoser Medien, noch die Bodenbestandtheile (Kohlensäure und Salze) die Phosphorite in irgend welch wesentlicher Menge aufzuschliessen vermögen [2]). In jüngster Zeit hat man besonders für Mooreulturen aufs Neue die Verwendung des rohen Phosphorits empfohlen [3]) und sollen bei Hochmooren ebenso günstige Erfolge, wie von der Anwendung des Superphosphats, sich gezeigt haben. Es scheint jedoch, dass sich in diesen Mooren Schwefelverbindungen finden, die sich zu freier Schwefelsäure oxydiren, ausserdem sehr viel freie Humussäure, wodurch ein Aufschliessen des Phosphats bewirkt und eine dadurch sich zeigende Wirkung in einfacher Weise erklärt wird. Um allgemein die Phosphate für die Landwirthschaft nutzbringend zu machen, kann indessen eine Behandlung derselben mit Schwefelsäure nicht umgangen werden.

Die Technik der Superphosphatfabrikation ist im Grossen und Ganzen eine ziemlich einfache. Die Phosphate, sofern sie nicht von Natur schon feinpulverig, werden zum feinsten Pulver gemahlen, nachdem sie, falls sie zu viel natürliche Feuchtigkeit besitzen, vorher getrocknet sind. Diejenigen, die viel Säure zum Aufschliessen gebrauchen, werden mit dieser in schrägliegenden eisernen Cylindern, in denen sich eine Schnecke bewegt, gemischt und fliessen breiartig aus. In Folge der starken Gypsbildung erstarren sie aber bald und trocknen leicht an der Luft. Solche Rohphosphate, für die wenig Schwefelsäure nöthig und die gleich beim Aufschliessen eine dicke, breiartige Masse bilden, werden immer noch am vortheilhaftesten in Gruben durch Menschenkraft gemischt. Verschiedene Versuche, sie durch mechanische Vorrichtungen zu ersetzen, haben sich nicht bewährt und man ist immer wieder zu dem einfachen Verfahren zurückgekehrt.

Soweit die lufttrocknen Massen nicht gleich durch Siebe geworfen werden können, um als gleichmässig feines Pulver Handelswaare zu

[1]) Holdefleiss, Landw. Jahrbücher, Suppl. I, 1877, S. 159. — [2]) Hosäus, Landw. Jahrbücher 1873, S. 309. — [3]) Fleischer, Sitzungsber. d. Centralausschusses der Kgl. Landw. Gesellschaft in Celle am 7. Decbr. 1881.

sein, bedient man sich jetzt zum Zerkleinern des zuerst von Carr construirten Desintegrators. Das Princip, dass eine in schnellster Bewegung befindliche Masse, plötzlich angehalten, ihre lebendige Kraft zur Vernichtung der Cohäsion ihrer Theilchen verwendet, ist in jener Maschine aufs Ingeniöseste durchgeführt. Sie ist gebildet aus vier über einander geschobenen 30 cm breiten eisernen Trommeln, die hinten verschlossen, vorn offen sind und deren Wände von starken, etwa 1,5 cm von einander abstehenden Eisenstäben gebildet werden. Die Trommeln ruhen auf zwei in einander geschobenen Achsen, die in entgegengesetzter Richtung mit einer Geschwindigkeit von 500 in der Minute sich umdrehen. Da die erste und dritte Trommel auf der einen, die zweite und vierte auf der anderen Achse sitzen, so erleidet die von vorn in die offene Seite der Trommel geworfene Masse, die durch die Centrifugalgeschwindigkeit an die Stäbe geschleudert wird, eine viermalige Umsetzung ihrer Wegrichtung, wobei sie jedesmal durch den Ruhepunkt hindurchgehen muss. Diese sowohl als das Anprallen an die Stäbe bewirkt das Zerreissen der Masse, die feinpulverig zu beiden Seiten der Trommel herausfliegt. Die Schleudermaschine ist die einzige, auf der halbtrockene Substanzen ziemlich fein zerkleinert werden können. Für die Fabrikation der Superphosphate ist sie daher von grosser Wichtigkeit geworden.

Indessen besteht der wesentlichste Fortschritt, den diese Industrie im letzten Jahrzehnt gemacht hat, nicht in den Fabrikationsmethoden, sondern in der Verwendung von besseren und geeigneteren Rohmaterialien. Die ausserordentlichen Erfolge der Superphosphate als Dünger steigerten die Nachfrage und zwangen auch die Fabrikanten sich nach immer neuen Quellen von Rohmaterial umzusehen. Die schon erwähnten englischen Coprolithen lieferten bei ihrem geringen Gehalt ein Superphosphat mit höchstens 10 bis 12 Proc. löslicher Phosphorsäure. Ein ähnliches ergab die Knochenkohle (Spodium), die als Rückstand der Rübenzuckerfabrikation, besonders in Deutschland, das Material für die ersten Superphosphatfabriken [1]) lieferte. Im Sommer 1864 entdeckte V. Meyer im Lahnthale Lager von Phosphoriten, die in bedeutender Mächtigkeit vorkommen. Ihr Gehalt an phosphorsaurem Kalk ist sehr wechselnd, im Durchschnitt enthalten sie 60 Proc. davon. Diese Phosphoritlager, die sich über ein grosses Gebiet dort erstrecken, sind der Mittelpunkt einer bedeutenden bergmännischen Thätigkeit. Die starke Wasserkraft, die das Lahngefälle abgiebt, erlaubt sie an Ort und Stelle zum feinsten Pulver zu vermahlen. Dasselbe wird viel nach England ausgeführt, aber auch den Fabriken am Rhein und in Süddeutschland dient es vorwiegend als Rohmaterial. Schon die geringe

[1]) C. A. Stein, Ztschr. f. Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preuss. Staat, 1868, Bd. 16. Beilage.

Menge an löslicher Phosphorsäure (circa 12 Proc.), die diese Phosphate geben, und die starke Entbindung von Fluor während des Aufschliessens durch Zersetzung des darin vorkommenden Fluorcalciums machen die Lahnphosphorite zu keinem dem Fabrikanten angenehmen Rohstoffe. Ihr bedeutender Gehalt an Eisenoxyd und Thonerde bewirkt ausserdem noch eine nachtheilige Veränderung des fabricirten Superphosphates.

Man kann sich den chemischen Vorgang bei der Fabrikation der Superphosphate etwa so denken, dass die Schwefelsäure sich mit dem Kalk des im Rohstoff enthaltenen phosphorsauren Kalkes zu Gyps verbindet und die Phosphorsäure frei wird. Dieselbe ist in Wasser löslich und wird daher der Werth des Superphosphats nach der Menge der wasserlöslichen Phosphorsäure bestimmt. Die landwirthschaftlichen Versuchsstationen haben, auf Grund sowohl der wissenschaftlichen als der Felddüngungsversuche, diese nun unter den Landwirthen allgemein verbreitete Ansicht aufrecht erhalten. Obschon man weiss, dass diese lösliche Phosphorsäure in den Acker gebracht, sich dort wieder mit Basen verbindet und wieder unlöslich wird, so geschieht dies doch erst, nachdem sie in Folge ihrer Löslichkeit sich erst im Boden verbreitet hat, so dass, wenn sie dann unlöslich wird, doch dies wie bei fast allen chemischen Niederschlägen in feinster mechanischer Form geschieht, in welcher sie an den verschiedensten Punkten der Ackerkrume sich den Pflanzenwurzeln zur Aufnahme darbietet.

In den Superphosphaten der Eisenoxyd und Thonerde enthaltenden Phosphoriten tritt dieses Unlöslichwerden der durch die Behandlung mit Schwefelsäure löslich gemachten Phosphorsäure schon nach kurzer Zeit ein, so dass die Analyse oft nur die Hälfte der wasserlöslichen Phosphorsäure nachweist, die bei der Fertigstellung des Fabrikates sich in Wirklichkeit gebildet hatte. Die dadurch verursachte Schädigung des Fabrikanten, dem nur die wasserlösliche Phosphorsäure bezahlt wird, hat die Verwendung der nassauischen Phosphorite aus den Fabriken des mittleren und östlichen Deutschlands fast ganz verbannt.

Man fand später, dass in den Phosphoritsuperphosphaten unlöslich gewordene Phosphorsäure, die man auch als „zurückgegangene" bezeichnet, sich in citronensaurem Ammoniak löst und sich dadurch von der unlöslichen in den unaufgeschlossenen Phosphaten unterscheidet. Man bezeichnete sie daher zum Gegensatz der wasserlöslichen als citratlösliche und bemühte sich durch Versuche nachzuweisen, dass sie dieselbe düngende Wirkung wie die erstere äussere und im Boden sich dieser gleich verhalte.

Dass dies der Fall sei, wurde in jüngster Zeit zunächst von belgischen [1]) und französischen Agriculturchemikern behauptet. Denn nicht nur in Nassau, Bayern, Braunschweig, Hannover, Sachsen sind grosse

[1]) Landw. Versuchsst. Bd. 24, S. 310 u. f.

Lager von Phosphoriten entdeckt worden, auch Belgien besitzt bedeutende Ablagerungen bei Cipley, und Frankreich in den Departements Tarn und Garonne, Lot und Aveyron. In Galizien und Russland [1]) sind ebenfalls Phosphorite gefunden worden, so dass die Verbreitung derselben in Europa allgemein zu sein scheint. In Belgien und Frankreich hat man die Superphosphate aus dortigen Phosphoriten schon lange angewandt und scheint in der That günstige Erfolge erzielt zu haben. Indessen ist es noch keineswegs sicher festgestellt, ob der citratlöslichen Phosphorsäure allein jene Erfolge zuzuschreiben sind, auch die wenigen streng wissenschaftlich ausgeführten Versuche haben die Frage noch in keiner Weise unzweifelhaft entschieden. Trotzdem ist vor Kurzem Dünkelberg [2]) in heftigster Polemik dafür eingetreten, musste sich aber von Märcker [3]) das ganz Unberechtigte seiner Ausführungen nachweisen lassen. Es scheint allerdings, dass die citratlösliche Phosphorsäure auf leichtem Sand, reinem Kalk und Moorboden günstig wirkt, eine Thatsache, die um so weniger überrascht, als auf denselben Bodenarten auch Knochenmehl, das, wie wir später sehen, sogar unlöslichen phosphorsauren Kalk enthält, erfahrungsmässig die Wirkung der wasserlöslichen Phosphorsäure oft übertrifft. Dass die Besitzer der Phosphoritgruben, wie sie es in Belgien im Geschäftsinteresse thun, auch bei uns sich lebhaft bemühen der citratlöslichen Phosphorsäure dieselbe Geltung wie der wasserlöslichen zu verschaffen, ist nur natürlich, und dass sie dabei auch den nationalen Chauvinismus zu Hülfe rufen, darf bei der herrschenden Zeitströmung nicht Wunder nehmen.

[1]) Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanstalt 1871, Band 21, Heft 2. Das Vorkommen dieser Phosphorite ist durch die Art ihrer Entstehung sehr interessant. An den Ufern des Dniester und einiger seiner Nebenflüsse in Russisch Podolien, Galizien und der Bukowina finden sie sich als mehr oder weniger vollkommene Kugeln von 5 bis 6 cm mittlerem Durchmesser, 400 bis 500 gr. schwer, im Innern mit concentrisch strahligem Gefüge. Ihre oft noch ursprüngliche Lagerstätte ist ein silurischer phosphorsäurehaltiger Schiefer, der von Kreidemergel überdeckt ist. Unzweifelhaft haben kohlensäurehaltige Tagewasser eine Lösung von Bicarbonat aus der Kreide in den darunter lagernden Schiefer geführt. Dieselbe zersetzte die Silicate, Eisen und Mangan schieden sich ab und ebenso wurde phosphorsaurer Kalk in feinster Vertheilung ausgefällt. Die niedergeschlagenen Theilchen wurden von den im Schiefer circulirenden Gewässern nach und nach zu compacten Massen zusammengespült und nahmen so eine abgerundete Form an. Die Analysen beweisen den Zusammenhang des Phosphorits mit dem Schiefermuttergestein. Die Phosphorite enthalten im Durchschnitt 75 Proc. phosphorsauren neben 6 Proc. kohlensauren Kalk und 0,5 bis 5 Proc. Eisen. Sie mahlen sich sehr leicht und schliessen sich ebenso gut auf. Da sie sich in sehr bedeutender Menge vorfinden, so dürften ihnen, bei der Abnahme hochgrädiger Phosphate, noch eine grosse Zukunft auf dem Düngermarkte vorbehalten sein.

[2]) Landw. Jahrbücher 1879, S. 783 u. 1880, S. 301.

[3]) Ebendas. 1880, S. 81 u. 639.

Da jedoch die Sache sobald wohl nicht in diesem Sinne definitiv entschieden werden dürfte, beschäftigen sich die rheinischen Fabriken, die eigene Phosphoritgruben besitzen, damit, die wenig werthvollen niedergrädigen Phosphate in Schwefelsäure aufzulösen, die Lösung zu filtriren und einzudampfen und mit dieser so erhaltenen Phosphorsäure höher werthige Phosphorite aufzuschliessen. Durch dieses gewissermaassen Anreichern an Phosphorsäure gelingt es Superphosphate darzustellen, die, neben etwas citratlöslicher, die doppelte Menge wasserlöslicher Phosphorsäure enthalten, als sonst aus den besten Rohmaterialien dargestellte Fabrikate besitzen. Dieselben werden als sogenannte „Doppelsuperphosphate“ in den Handel gebracht. Auch wird trockner gemahlener Torf mit der Phosphorsäurelösung imprägnirt und giebt ebenfalls ein sehr hochgrädiges Superphosphat, dem vielleicht durch seine Bindung an Humussubstanz besonders günstige Wirkung beiwohnt.

Der lebhafte Streit, der in letzter Zeit wegen der Nassauer Phosphorite entbrannt ist, mag das längere Verweilen bei denselben rechtfertigen.

Während die so zahlreich vorkommenden Phosphorite sich gewöhnlich nur nesterweis vorfinden, kommen in Europa mineralische Phosphate als Apatit in grossen Gebirgsmassen gehäuft vor. Sie finden sich bei Logrosen und Caceres in Spanien und werden als Estremadura-phosphat in den Handel gebracht. Sie bilden grosse, harte Stücke von weisser, gelblicher und rosenrother Farbe und enthielten in den früheren Importen etwa 80 Proc. phosphorsauren Kalk, bei späteren Lieferungen sank der Gehalt bis auf 69 und 70 Proc. Mangelhafte Verbindungen mit den Verschiffungsplätzen, Streitigkeiten der verschiedenen die Lager ausbeutenden Gesellschaften und Processe mit den Grundbesitzern sowie auch noch andere Schwierigkeiten haben die Einfuhr dieses trefflichen Rohmaterials in den letzten Jahren vermindert. Dagegen wird seit einiger Zeit in Norwegen durch eine französische Gesellschaft *[Compagnie française des Mines de Bamble (Norwège) à Paris]* ein Apatit abgebaut, der mit einem Gehalte von durchschnittlich 85 Proc. phosphorsaurem Kalk in weissgelblichen, derben sehr harten und festen Stücken in den Handel gebracht wird. Die Ablieferung geschieht an den Häfen Aaby, Brevigstranden oder Bellevue. Doch ist der Transport von den Minen nach den Hafenplätzen ein sehr schwieriger, so dass die Verladung oft unterbrochen wird und die regelmässigen Bezüge dadurch gestört sind. Aus diesem Apatit kann ein hochgrädiges, schneeweisses Superphosphat dargestellt werden.

Ein ausserordentlich schönes Rohmaterial für die Superphosphatfabrikation gab lange Jahre hindurch die südamerikanische Knochenasche. Der Mangel an Brennmaterial in den Laplatastaaten und der brasilianischen Provinz Rio Grande do Sul ist so gross, dass die Knochen des zahlreichen Heerdenviehes, dessen Hörner und Häute einen Hauptausfuhrartikel für Europa bilden, zum Heizen benutzt werden. Die ungeheuere Masse der Asche, die sich im Laufe der Jahre angehäuft hatte, wurde, als das Bedürfniss nach Phosphaten sich immer mehr steigerte, nach Europa gebracht. Mehr oder weniger mit Sand verunreinigt, enthielt dieses Material 70 bis 80 Proc. phosphorsauren Kalk, wechselnde Mengen von Kalkcarbonat und einige Procent Fluorcalcium. Für die Fabrikation musste es fein gemahlen werden, schloss sich dann leicht auf und lieferte je nach seinem Gehalt ein Superphosphat von 17 bis 19 Proc. löslicher Phosphorsäure. Leider sind nun die aufgesammelten Mengen Asche bereits verbraucht; schon in den letzten Jahren nahm die Zufuhr ab und es liegt in der Natur der Entstehung dieses Materials, dass der Düngermarkt auf keinen bedeutenden regelmässigen Import rechnen darf. Doch gelangen jährlich immer noch einige Schiffsladungen nach Europa, die in Hamburg abgeladen den heimischen Düngerfabriken zu Gute kommen. Dieselben rühren zum grössten Theil von der Darstellung des Liebig'schen Fleischextractes her, bei welcher Knochen als Brennstoff benutzt werden. Mit der Asche finden sich dann gewöhnlich die dazu nicht verbrauchten Knochen der geschlachteten Thiere in demselben Schiffe mit verladen, die wegen ihrer grossen Reinheit und Festigkeit von den Fabriken gern und zu höheren Preisen, als die hier gesammelten Knochen angekauft werden.

Bis auf die Knochenasche, deren Bildung auf menschliche Thätigkeit zurückzuführen ist, sind die bisher genannten Rohmaterialien rein mineralischen Ursprungs und werden durch bergmännischen Betrieb gewonnen.

Eine ganz neue Reihe von Rohmaterialien zur Superphosphatfabrikation ergab die Durchforschung einer Anzahl Inseln in der Südsee und dem Atlantischen Ocean. Obschon die Entstehung der auf diesen Inseln gefundenen Phosphate keineswegs genügend und vollständig aufgeklärt ist, so dürfte im Allgemeinen die Annahme die höchste Wahrscheinlichkeit für sich haben, die sie auf thierischen Ursprung zurückführt. Die Bildung des stickstoffreichen Peru-Guano in der regenlosen Zone der Tropen ist wenigstens als sicher festgestellt. Wir wissen, dass zahllose Seevögel auf jenen Inseln durch ihre Excremente und verwesenden Leiber jene Massen erzeugt haben. Unzweifelhaft haben ähnliche Vorgänge auch auf anderen Inseln stattgefunden, die in der Regenzone gelegen. Jahrhunderte hindurch haben gewaltige Regenmassen den grössten Theil der organischen Substanz gelöst und fortgeführt. Vielleicht auch haben andere uns unbekannte Einflüsse eine Zersetzung veranlasst und die stickstoffreichen Verbindungen zu Salpetersäure oxydirt, die von Sturmfluthen leicht gelöst und entfernt wurden. Die mineralischen Bestandtheile, die zum grössten

Theil aus phosphorsaurem Kalk bestehen, sind zurückgeblieben. Unter gewissen Umständen mögen selbst die phosphorsauren Erden gelöst worden sein, und diese Lösung, die in das Kalkgestein, auf dem die Masse abgelagert, eingedrungen, hat dann allmälig eine Metamorphose des kohlensauren, oft auch schwefelsauren in phosphorsauren Kalk herbeigeführt.

So besteht die Felseninsel Sombrero, in der Nähe der kleinen Antillen, aus einem Korallenkalk, der zwischen 70 und 80 Proc. phosphorsauren Kalk enthält, ohne seine physikalischen Eigenschaften geändert zu haben [1]). Die felsharten Stücke von jener Insel sind Jahre hindurch von den Düngerfabriken als ein gutes Rohmaterial benutzt worden, obschon das Aufschliessen derselben mit vielen Schwierigkeiten verknüpft war [2]). In den letzten Jahren haben die Zufuhren des Sombrerit- oder Sombrero-Guano fast gänzlich aufgehört.

Ein ähnliches Material, aber noch schwieriger zu behandeln und mit geringerer Ausbeute an löslicher Phosphorsäure, bot der Guano der Insel Navassa [3]), im Karaibischen Meere gelegen, die, wie es scheint, ferner auszubeuten aufgegeben ist, da der Navassa-Guano vom Düngermarkt ganz verschwunden ist.

Gelegentlich mag hier bemerkt werden, dass der Abbau dieser Guano-Inseln mit grossen Schwierigkeiten verknüpft ist. Da sie fast alle steil ins Meer abfallende Küsten und als Koralleninseln gefährliche Riffe und Felsen haben, so können die Schiffe nicht nahe herankommen und die Verladung wird ebenso kostspielig wie mühevoll und gefahrbringend. Der Unternehmungsgeist der Amerikaner und Engländer hat allerdings mit grossen Opfern diese Schwierigkeiten zum Theil zu überwinden gewusst, ohne jedoch durch eine entsprechend reiche Ausbeute immer Ersatz dafür zu finden.

Zu den besten dieser Phosphate gehören diejenigen, die mit der grössten Wahrscheinlichkeit als ausgewaschene Guanos anzusehen sind und durch ihre braune Farbe, ihre pulverige Beschaffenheit, endlich durch den nie fehlenden Stickstoffgehalt, der freilich nur zwischen 0,3 und 0,7 schwankt, ihren organischen Ursprung aufs Deutlichste kund thun. Der allgemeine Name „Guano", der ihnen beigelegt wird, hat freilich in der ersten Zeit Manchen getäuscht, der eine ähnliche Wirkung wie vom Peru-Guano erwartete, muss aber mit Rücksicht auf die bereits erwähnte Entstehung als nicht ganz ungerechtfertigt anerkannt werden.

Die zuerst entdeckten Inseln, niedrige Korallenfelsen in südlicher Richtung von den Sandwichsinseln, sind die Baker-, Jarvis-, Howland und Maldeninsel. Am bekanntesten und verbreitetsten ist der

[1]) Erdmann's Journ. Bd. 87, S. 124 und Chem. News Bd. 9, S. 28. [2]) Landw. Centralbl. f. Deutschland 1864, I, 171. — [3]) Mecklenb. Ann. d. Landw. 1866, S. 78.

Bakerguano, unter dessen Namen auch der von Jarvis und Howland bei uns importirt wird. Sein Gehalt an phosphorsaurem Kalk, der in den ersten Zeiten der Einfuhr nahe an 80 Proc. betrug, hat wesentlich abgenommen, je mehr die tiefer liegenden Schichten zum Abbau gelangten. Eine fast gleiche Zusammensetzung, nur mit geringerem Gehalt an phosphorsaurem Kalk hat der Malden-Guano. Ein ähnlicher Phosphatguano ist auf der holländischen Insel Klein Curaçao (im Golfe von Venezuela) als gelbgraues, geruchloses Pulver gefunden worden. Dagegen entdeckte man auf der Nachbarinsel Gross Curaçao einen Berg von Kalkstein, der mit einem Walle felsigen Kalkphosphats umgeben ist [1]). Die davon geförderten Stücke sind schneeweiss bis kastanienbraun, erscheinen bald derb und schalig, bald mit Hohlräumen und Perforationen, die mit kleinen Phosphatkrystallen erfüllt sind. Sie enthalten 85 bis 92 Proc. phosphorsauren Kalk. Das Grundgestein scheint Gyps zu sein, das eine Pseudomorphose in Phosphorit erlitten hat, wie denn Gyps sich auf der Gruppe der Bakerinseln auch vorfindet. Das Curaçaophosphat ist einige Jahre lang in bedeutenden Quantitäten importirt worden und lieferte ein blendend weisses 20 bis 21 Proc. lösliche Phosphorsäure enthaltendes Superphosphat. Sei es nun, dass die Insel bereits abgebaut ist oder Streitigkeiten der um den Abbau rivalisirenden Gesellschaften die Förderung verhindern, genug, seit etwa fünf Jahren ist leider dieses ausgezeichnete Material vom Düngermarkte verschwunden.

In der Nähe von Curaçao ist die Insel Aruba, von der in den letzten Jahren ein Phosphat mit einem Gehalt von circa 80 Proc. phosphorsaurem Kalk geliefert wird. Dasselbe enthält aber ziemlich viel Eisen und Thonerde und theilt dadurch die Nachtheile der Nassauer Phosphorite. Aehnlich verhält es sich mit den felsigen Phosphaten, die aus dem Staate Carolina in Nordamerika, sowie aus Canada jetzt eingeführt worden. Das erstere enthält aber nur 55 bis 60, das letztere dagegen 75 bis 80 Proc. dreibasisch-phosphorsauren Kalk. Ihnen gegenüber werden, so weit nun die Zufuhren reichen, immer noch die pulverigen Phosphatguanos vorgezogen werden. Dieselben bieten für die Fabrikation keinen anderen Unterschied, als dass sie je nach ihrem Gehalte an Phosphat in ihren Superphosphaten mehr oder weniger Procente löslicher Phosphorsäure enthalten. Die Gehalte der letzteren schwanken zwischen 17 und 21 Proc. Da ein Theil des phosphorsauren Kalks in diesen Guanos nicht als dreibasischer, sondern als zweibasischer vorkommt, so ist der Säureverbrauch bei ihrer Umwandlung in Superphosphate ein geringerer. Auch macht das fast vollständige Freisein von kohlensaurem Kalk, Fluorcalcium, Eisen und Thonerde die Verarbeitung zu einer leichten und sichert die Gleichmässigkeit der Zusammensetzung des Fabrikats.

[1]) Meyen, Journ. f. Landw. Bd. 17, S. 411.

Herr Emil Güssefeld in Hamburg, der den Bakerguano zuerst und allein nach Deutschland importirte, hat das unzweifelhafte Verdienst, die Superphosphatfabrikation aus diesem vortrefflichen und so geeigneten Rohmaterial bei uns ins Leben gerufen zu haben, nachdem, wie schon vorher erwähnt, alle Versuche denselben unaufgeschlossen zur Düngung zu verwenden, keinen Erfolg gehabt hatten.

Leider haben die Zufuhren von Bakerguano allmälig abgenommen und die Insel scheint nun ganz abgebaut zu sein. Dagegen wird der zwar nicht so hochgrädige, im Uebrigen ihm sonst gleiche Malden noch geliefert. Aehnliche Phosphatguanos finden sich auch in der Südsee, auf australischen Inselgruppen und auch in dem südlicheren Theile des Atlantischen Oceans. Sie kommen unter den verschiedensten Namen, gewöhnlich nach ihrem Fundorte, im Handel vor, und da die Durchforschung der oceanischen Inselgruppen und Küstenumbuchtungen nach diesen werthvollen Rohstoffen immer fortgesetzt wird, so bringt fast jedes Jahr neue Namen zum Vorschein. Der Fabrikant kauft jetzt nur noch nach der mechanischen Beschaffenheit, dem Gehalte an phosphorsaurem Kalk und an fremden Beimengungen, die den Werth der Waare bestimmen. Der Landwirth erhält im Superphosphate die ihm garantirte Menge wasserlöslicher Phosphorsäure, und wenn das Präparat die braune Farbe des Bakerguanosuperphosphates hat, so fragt er nicht viel nach dem Rohstoff, der ihm an und für sich auch gleichgiltig sein kann, und lässt das Fabrikat ruhig als Bakersuperphosphat gelten. Dieses zuerst als hochgrädiges Superphosphat im Handel vorgekommene Präparat erzeugte das Vorurtheil, dass Superphosphat eine gelbbraune Farbe haben muss, wenn es wirken soll, so dass die Einführung der weissen, so ausgezeichneten, hochgrädigen Superphosphate aus Curaçao und norwegischem Phosphat mit nicht geringer Schwierigkeit verknüpft gewesen und noch zuweilen Widerstand findet.

Wenn wir indessen auch die meisten dieser Phosphate summarisch abfertigen konnten, so müssen wir doch noch einen phosphatischen Guano besonders erwähnen, der durch seine ausgezeichnete Beschaffenheit und seinen hohen Gehalt vor allen geeignet war den Baker zu ersetzen. Es ist dies der Mejillonesguano. Derselbe findet sich auf einer felsigen Landzunge, die von der bolivischen Küste, zwischen den Grenzen Perus und Chilis, sich ins Meer erstreckt und im Norden von der Bai von Mejillones begrenzt wird. Erst 1871 nach Deutschland gebracht, erfreute sich dieser Guano bald eines bedeutenden Consums. Er enthält 35 bis 38 Procent Phosphorsäure in Form von theils dreibasischem, theils zweibasischem Kalk und als Magnesiasalz. Sein Stickstoffgehalt schwankt von 0,5 bis 1 Procent. Da dieser Guano auch in der regenlosen Zone liegt, so muss der Stickstoffgehalt hier in anderer Weise als durch Auswaschen entfernt worden sein.

Die Importeure dieses Rohstoffes, die Herren Schröder, Michaelsen & Comp. in Hamburg, trocknen denselben in ihren grossartigen Etablissements, indem sie ihn langsam durch von aussen erhitzte Eisencylinder, in denen sich eine Schnecke bewegt, durchgleiten lassen. Er wird dann gesiebt und die harten Stücke unter Entfernung der Steine fein gemahlen. So wird er in den Handel gebracht. Die Fabrikation von Superphosphat geht in Folge der ausserordentlichen Schnelligkeit des Trocknens so leicht vor sich, dass die mit Säure behandelte Masse sofort nach dem Aufschliessen gesiebt werden kann und schon nach einigen Stunden verkäufliche Waare liefert. Das 38 Proc. enthaltende Rohphosphat giebt ein Superphosphat mit 20 Proc. löslicher Phosphorsäure. Leider scheint wohl in Folge des ungeheuren Imports dieses Phosphats, der bis zum Jahre 1881 nach Deutschland allein über vier Millionen Centner betragen hat, das Lager erschöpft zu sein und darf auf fernere wesentliche Zufuhren davon nicht mehr gerechnet werden.

Wie schon erwähnt, werden indessen immer neue Lager an Phosphorsäure reicher Rohstoffe gefunden. Im Jahre 1881 kamen nach Hamburg 400 000 Centner aussereuropäischer Rohphosphate, und auch in diesem Jahre sind circa 380 000 Centner eingeführt worden [1]). Um zu zeigen, von wie viel Punkten des Atlantischen und Stillen Oceans die Ausfuhr stattfindet und wie der Bedarf an Rohphosphaten und demnach die Einfuhr sich entwickelt hat, lassen wir umstehend eine Zusammenstellung der Guanophosphatimporte der letzten 12 Jahre in Tons (1000 kg) folgen, die uns von den Importeuren des Mejilloner Guanos freundlichst überlassen worden ist.

---

[1]) Nach einer uns von anderer Seite zugegangenen Zusammenstellung der Importe von Hamburg und Harburg sollen sogar im Jahre 1882 an Phosphatguanos und Mineralphosphaten 728 000 Centner eingeführt worden sein.

Zusammenstellung

der Phosphat-Guano und Phosphorit-Importen in Hamburg von 1871 bis 1882 aus der Hamburg-Altonaer Waaren-Einfuhrliste.

Abladeort	1871	1872	1873	1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880	1881	1882	Total
	Tons	Tons	Tons	Tons	Tons	Tons	Tons	Tons	Tons	Tons	Tons	Tons	Tons
Mejillones	4 872	20 976	21 088	1 561	6 024	14 358	32 430	45 512	45 777	9 949	4 349	8 978	215 874
Bakers-Isl.	16 181	8 648	7 510	3 800	2 325	—	600	—	4 425	—	—	—	43 489
Malden-Isl.	3 864	3 599	4 960	6 027	8 506	9 045	4 623	575	2 476	6 916	5 160	3 703	59 454
Enderbury-Isl.	1 200	1 800	—	8 550	4 700	5 550	3 275	—	—	—	—	—	25 075
Saldanha Bay	230	213	420	—	—	—	—	—	—	—	—	—	863
Paternoster-Isl.	285	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	285
Starbuck-Isl.	1 600	2 775	1 550	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5 925
Jarvis-Isl.	—	1 480	—	—	1 500	1 600	—	1 450	2 123	1 600	—	—	9 753
Little-Curaçao	—	1 990	5 030	870	2 660	—	—	—	—	—	—	—	10 550
Howland-Isl.	—	—	1 150	1 100	1 750	—	—	—	1 600	—	—	—	5 600
Auckland-Isl.	—	—	800	—	—	—	—	—	—	—	—	—	800
Curaçao	—	—	1 904	1 023	1 410	863	—	2 203	3 640	3 003	2 195	2 515	18 756
Raza-Isl.	—	—	—	3 230	7 450	1 850	1 000	—	—	—	—	—	13 530
Tintinati	—	—	—	—	70	—	—	—	—	—	—	—	70
Papeete-Isl.	—	—	—	—	75	1 300	200	55	—	—	—	—	1 630
George-Isl.	—	—	—	—	—	1 700	—	—	—	—	—	—	1 700
Oakpoint-Mines	—	—	—	—	—	590	500	—	—	—	—	—	1 090
Los-Roques	—	—	—	—	—	—	879	490	1 150	325	320	—	3 164
Saladera-Sacra	—	—	—	—	—	—	340	—	—	—	—	—	340
Coosaw River	—	—	—	—	—	—	2 718	1 505	905	—	—	—	5 128
Flint-Isl.	—	—	—	—	—	—	3 008	1 258	—	—	—	—	4 266
Browse-Isl.	—	—	—	—	—	—	800	500	3 030	780	—	—	5 110
Lacepede-Isl.	—	—	—	—	—	—	1 650	8 624	16 908	1 951	—	388	29 521
Montreal	—	—	—	—	—	—	500	—	—	—	—	—	500
Lissabon	—	—	—	—	—	—	500	—	—	—	—	—	500
Forming-Isl.	—	—	—	—	—	—	—	1 275	—	—	—	—	1 275
Brambles Cayes	—	—	—	—	—	—	—	410	—	—	—	—	410
St. Helena	—	—	—	—	—	—	—	250	—	—	—	—	250
Fanning-Isl.	—	—	—	—	—	—	—	—	8 880	4 680	6 690	—	20 250
Huon-Isl.	—	—	—	—	—	—	—	—	1 630	648	50	—	2 328
Ashmore-Shoals	—	—	—	—	—	—	—	—	550	1 120	—	—	1 670
Charleston	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	—	—	50
Melbourne	—	—	—	—	—	—	—	—	—	450	—	—	450
Apia	—	—	—	—	—	—	—	—	—	164	—	—	164
Bullriver	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	750	—	750
Aruba	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	550	2 290	2 840
Sombrero	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	745	745
Total	28 232	41 481	44 412	26 161	36 470	36 856	53 023	64 107	93 094	31 636	20 064	18 619	494 155
Zahl der Abladeorte in jedem Jahre	7	8	9	8	11	9	15	13	13	13	8	6	in 12 J. 37

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, dass sich auf der westindischen Insel St. Thomas ein Phosphat findet, das fast ganz aus phosphorsaurer Thonerde besteht. Dasselbe wird von einer englischen Gesellschaft ausgebeutet und wird fast ausschliesslich dazu benutzt, die organischen und mineralischen Bestandtheile der Schmutzwässer niederzuschlagen und in dieser Weise Reinigung und Desinficirung derselben zu bewirken. Es ist dasselbe, das bei dem Spence'schen Patent zur Gewinnung des Ammoniaks benutzt wird (siehe Seite 10). Ein ähnlich zusammengesetztes Kunstproduct kommt seit etwa zehn Jahren auf dem deutschen Düngermarkte, wenn auch in sehr begrenzter Menge, vor, es ist dies das Kladnophosphat, das auf der Adalbertshütte bei Kladno in Böhmen aus den phosphorhaltigen Eisenerzen, die dort verhüttet werden, gewonnen wird [1]). Die gerösteten und zerkleinerten Erze werden in mit Wasser gefüllten Bassins durch hineingeleitete schweflige Säure ausgelaugt. Die abgegossene Flüssigkeit wird dann erhitzt, um die schweflige Säure zu verjagen, und es entsteht ein weisser, fein zertheilter, voluminöser Niederschlag, in dem die Phosphorsäure grösstentheils an Thonerde, ausserdem an Kalk und Eisen gebunden ist. Er enthält 29 bis 33 Proc. Phosphorsäure. Düngungsversuche, die mit diesem Präparat, besonders in den böhmischen Zuckerrübendistricten, gemacht worden sind, sollen günstige Resultate ergeben haben. Dies Verfahren ist insofern von grossem Interesse, als jetzt aus den Phosphorsäure haltenden Eisenerzen bei dem Bessemerprocesse nach dem Thomas Gilchrist'schen Patente die Phosphorsäure in ähnlichen Verbindungen gewonnen und so der Landwirthschaft für künftig eine neue Quelle zur Beschaffung jenes so werthvollen Nährstoffes in geeigneter Form in Aussicht gestellt wird. Analysen solcher Schlacken, die aus einem der grösten westphälischen Stahlwerke [2]) stammten, ergaben allerdings neben 19,33 Proc. Phosphorsäure und 47 Proc. Kalk 19,24 Proc. Eisen und Manganoxydul, ausserdem noch 0,56 Proc. freien Schwefel. Obschon von der Gesammtphosphorsäure etwa die Hälfte als citratlösliche, also der zurückgegangenen ähnlich gefunden wurde, dürfte doch der hohe Eisen- und Schwefelgehalt gerechte Bedenken gegen die unmittelbare Verwendung dieses Schlackenmehles zur Düngung erregen. Auch Aufschliessen mit Schwefelsäure erscheint zwecklos, da ein solches Superphosphat nach kurzer Zeit nur 6,5 Proc. citratlösliche Phosphorsäure enthielt. Ob das von der Ilselder Hütte in Hannover empfohlene Schlackenmehl etwas Besseres ist, bleibe dahin gestellt. Ebenso ist uns das Verfahren unbekannt, nach dem in einer Fabrik in Nienburg aus dem Schlackenmehle durch Präcipitiren ein werthvolleres und sofort anwendbares

[1]) Landw. Centralblatt 1873, II, S. 495.
[2]) Dingler's polyt. Journ. Bd. 245, S. 513.

Fabrikat hergestellt werden soll. Nach des Erfinders [1]) eigener Angabe enthält es indessen nur 10 Proc. Phosphorsäure, die grösstentheils an Eisenoxydul gebunden ist. Bis jetzt haben Theorie und Erfahrung den Eisenoxydulsalzen im Boden nur nachtheilige Eigenschaften zugeschrieben. Es muss abgewartet werden, ob in jenem Präparat eine Verbindung hergestellt ist, die das Gegentheil jener Eigenschaften besitzt.

Bei dem oben erwähnten Streite über den Werth der zurückgegangenen Phosphorsäure in den Phosphoritsuperphosphaten ist auch darauf hingewiesen worden, dass der gefällte (präcipitirte) phosphorsaure Kalk sich in ähnlicher Weise wie die citratlösliche Phosphorsäure wirksam zeige. Zur Gewinnung des Leims aus rohen Thierknochen behandelt man solche nach einer älteren Methode mit Salzsäure. Dieselbe löst die mineralischen Bestandtheile auf und lässt die Leimsubstanz zurück. Setzt man dieser salzsauren Lösung Kalkmilch zu, so fällt der gelöste phosphorsaure Kalk in feiner Vertheilung nieder, welcher durch Filterpressen von der Flüssigkeit getrennt, getrocknet und gemahlen wird. Je nach dem Grade der Trocknung zeigt sich dieses Präparat von ähnlicher düngender Wirkung wie die zurückgegangene Phosphorsäure. Je schärfer getrocknet, um so schwächer ist der Erfolg, und da man dies nach der Beschaffenheit des fertigen Products, das auch noch 30 Proc. Phosphorsäure enthält, nicht ohne Weiteres beurtheilen kann, so kann der Erfolg bei Anwendung des präcipitirten Phosphats nie mit Sicherheit dem Landwirth, der ihn anwendet, versprochen werden. Zur Darstellung von Superphosphaten ist aber dies Präparat, wenn es sein Preis irgendwie zulässt, ein vortreffliches Material.

Die in dem Vorhergehenden beschriebenen Rohstoffe, die in so gewaltigen Mengen der Landwirthschaft dienstbar gemacht werden, liefern etwa das Anderthalbfache bis Fünfdrittelfache ihres Gewichts an Superphosphat. Giebt dies schon einen Beweis für die Grossartigkeit der Industrie phosphatischer Düngemittel, so ist noch als eine besondere Bedeutung derselben hervorzuheben, dass ein ausserordentlicher Aufschwung der Schwefelsäurefabrikation mit derselben verbunden ist. Fast alle grösseren Düngerfabriken haben eigene Schwefelsäurefabriken errichtet, während die bestehenden chemischen Fabriken die Düngerfabrikation mit in den Kreis ihrer Thätigkeit gezogen haben. Man kann ohne Uebertreibung behaupten, dass der allergrösste Theil der in Deutschland producirten Schwefelsäure jetzt zur Darstellung von Handelsdüngern verwendet wird. Die Seite 26 und 27 angeführten Quanten Rohphosphate bedurften allein zu ihrer Umwand-

[1]) Hoyermann, Der landwirthschaftliche Werth der Phosphorsäure in verschiedenen Verbindungen und Löslichkeitszuständen, 1882.

lung in Superphosphat nahe an sieben bis acht Millionen Centner Kammersäure.

Das Angebot an Superphosphaten entspricht selbstverständlich der Nachfrage und dies sich fortwährend steigernde Bedürfniss der Landwirthschaft nach phosphorsäurehaltigen Düngstoffen beweist am besten ihren praktischen Nutzen. Nicht nur die Körnerfrüchte, deren Samen besonders reich an Phosphorsäure sind, sondern ebenso und oft noch mehr die Wurzelgewächse zeigen sich dankbar für diese Düngung. Wo dieselbe ohne Wirkung scheint, fehlt wahrscheinlich ein anderer Nährstoff — gewöhnlich Stickstoff — im Boden, so dass nach Zuführung desselben sich erst der Erfolg der Phosphatdüngung zeigt, wie durch zahlreiche comparative Versuche bewiesen ist. Wir dürfen daher in den Superphosphaten ein wesentliches Mittel zur Hebung der Ernteerträge erblicken und glauben, dass Elie de Beaumont die Bedeutung derselben richtig würdigt, wenn er sagt: der phosphorsaure Kalk ist das für die Landwirthschaft, was die Steinkohle für die Industrie ist.

IV.

Kalihaltige Düngemittel.

Während zur Fabrikation der Superphosphate das Rohmaterial von allen Orten der Erde herbeigeschafft wird, stammen die kalihaltigen Düngemittel fast aus unserer unmittelbaren Nähe. Wenn auch, seitdem die Lehren Liebig's in weitere Kreise sich verbreiteten, die Nothwendigkeit einer Zufuhr von Kali zum Ersatz des durch die Ernten dem Boden Entnommenen anerkannt wurde, so war doch die Holzasche, das einzige damals bekannte kalihaltige Düngemittel, zu theuer, um mehr als vereinzelte, locale Verwendung zu finden. Erst, nachdem in den Steinsalzbergwerken in und bei Stassfurt im Hängenden kaliführende Schichten entdeckt wurden und deren Verwerthung seit nun 20 Jahren eine der grossartigsten Industrien der Neuzeit ins Leben rief, wurden der Landwirthschaft kalihaltige Düngemittel in beliebigen Mengen und zu äusserst billigen Preisen angeboten. Zum Theil sind dieselben Rohproducte der bergmännischen Förderung, zum Theil Nebenproducte bei der Fabrikation der für die verschiedensten Zweige der Technik dargestellten Kalisalze, zum Theil diese Salze selbst, deren Verwerthung zu landwirthschaftlichem Gebrauche wesentlich der Stassfurter Industrie einen mächtigen Anhalt und Aufschwung gegeben hat. Die ersten Düngungsversuche mit dem sogenannten Abraumsalz, wie es unmittelbar von dem Stassfurter Bergwerke geliefert wurde, fielen sehr ungleich und überwiegend ungünstig aus. Die so sehr ungleichmässige Zusammensetzung des Abraumsalzes, in dem Gyps, Kochsalz und Magnesiasalze neben Kalisalzen in wechselnder Menge vorkommen, erklärt dies zur Genüge. Erst die durch Dr. A. Franck, dem eigentlichen Begründer der Kaliindustrie in Stassfurt, eingeführte Reinigung der Kalisalze und das gleichmässig zusammengesetzte Präparat, das nun in den Handel kam, bahnten der Kalidüngung den Weg. Ist auch das Bedürfniss unserer Aecker für Kali nicht überall gleich, weil entweder ihre Bildung aus Zertrümmerung granitischer Gesteine

einen ungeheuren Vorrath von Kali abgelagert oder langjährige extensive Bewirthschaftung die Ausfuhr auf ein Minimum reducirt hat, so ist es doch von hohem Werthe für solche Gewächse, deren Asche überwiegende Menge von Kali enthält (Zuckerrüben, Kartoffeln) und auf solchen Bodenarten, die durch Mangel daran absolut unfruchtbar sind (Moorböden), diesen unentbehrlichen Nährstoff in geeigneter Form zuführen zu können.

Die in den Handel gebrachten kalireichsten Präparate enthalten vorwiegend Chlorkalium und man schrieb zum Theil ungünstige Erfolge dem Chlor zu nnd glaubte dieselben durch Anwendung des schwefelsauren Kali, das bei demselben Gehalt an reinem Kali fast doppelt so theuer, wie die entsprechende Chlorverbindung ist, zu vermeiden. Aber abgesehen davon, dass der hohe Preis dieses Fabrikates von grösserer Verwendung zurückhielt, wurde auch hier nicht überall der erwünschte Effect erreicht. Als zuerst dann in Leopoldshall (dem Salzbergwerk der Anhaltinischen Regierung) der Kainit gefunden wurde, in dem hauptsächlich schwefelsaures Kali, schwefelsaure Magnesia und Chlormagnesium enthalten sind, stellte man daraus die gereinigte schwefelsaure Kali-Magnesia dar, mit der nach den Resultaten vieler Felddüngungsversuche vor allen besonders günstige Resultate erzielt sein sollen [1]). In den letzten Jahren glaubt man indessen dasselbe schon durch die Düngung mit Kainit allein zu erreichen. Derselbe scheint daher in Deutschland vor allen Kalisalzen am stärksten verbraucht zu werden. Die Förderung desselben aus Leopoldshall musste in Folge Wasserzufluss vor ein paar Jahren eingestellt werden und wird erst wieder in Betrieb kommen, sobald der neu geteufte Schacht vollendet. In dem köngl. preuss. Steinsalzwerk wurde zunächst kein Kainit gefunden, ist aber später durch neue Bohrungen ermittelt worden und kommen die Förderungen der letzten Jahre fast ausschliesslich von dort her. Ebenso ist in dem einer Privatgesellschaft gehörigen Bergwerk zu Neu-Stassfurt ein reichliches Vorkommen dieses Salzes ermittelt. Der rohe Kainit, der immer im Lager vermengt mit Carnallit, einer Verbindung von Chlorkalium und Chlormagnesium, mit Kochsalz und anderen Salzen durchwachsen und gemischt sich vorfindet, hat einen Durchschnittsgehalt von 22 bis 24 Procent schwefelsaurem Kali, entsprechend 12 bis 13 Proc. reinem Kali. Er wird unter Garantie dieses Gehaltes fein gemahlen geliefert. Lagert derselbe längere Zeit im Freien, so verbindet sich das Magnesium darin mit dem grössten Theil des Chlors und das so sehr leicht lösliche Chlormagnesium fliesst leicht ab oder versinkt in den Untergrund. Man hat diesem Salze eine besonders nachtheilige Wirkung für das Pflanzenleben zugeschrieben und sucht diese dadurch zu verhüten, dass man den Kainit für Frühjahrs-

[1]) Zeitschr. d. Ver. f. d. Rübenzuckerindustrie, 1867, Januar und März.

saaten schon im Spätherbst auf den Acker bringt. Nachdem in jüngster Zeit der Kainit auch noch als ein Specificum für leichte Sandböden, besonders für Lupinen nach Mergelung des sandigen Ackers empfohlen worden [1]), hat die Verwendung desselben in den östlichen Provinzen sich noch weiter gesteigert.

Auch zum Einstreuen in die Ställe behufs Bindung des sich aus dem gährenden Mist entwickelnden flüchtigen kohlensauren Ammoniaks wird der Kainit mit Rücksicht auf seinen Gehalt an schwefelsaurer Magnesia, die wegen ihrer leichteren Löslichkeit nicht nur besser wie der schwefelsaure Kalk (Gyps) wirkt, sondern auch mit dem Ammoniak eine besonders feste Verbindung eingeht, vielfach benutzt. Fittbogen hat indessen durch sorgfältig ausgeführte Versuche nachgewiesen [2]), dass der bei Weitem billigere Carnallit dieselben Dienste leistet, was von dem oft noch billigeren Kieserit (fast reine schwefelsaure Magnesia) ebenfalls mit Bestimmtheit angenommen werden kann.

Wie aus dem Mitgetheilten hervorgeht, bestehen die Kalidüngemittel fast niemals blos aus Kalisalzen; es kommen in denselben Magnesia- und Kalkverbindungen, vor allen aber Kochsalz mit vor. Wechselnd und in grösseren Mengen treten diese Beimengungen in den Rohsalzen anf und sie spielen bei der Wirkung derselben in der Ackererde unzweifelhaft eine wesentliche Rolle. Den Nachtheil, der von gewissen Magnesiasalzen behauptet wird, haben wir schon erwähnt. Vom Kochsalz hat Frank [3]) nachgewiesen, dass es eine lösende Wirkung auf alle Pflanzennährstoffe ausübt und solche in tiefere Schichten des Ackers führt, also gewissermaassen den Untergrund düngt. Auch die Magnesia- und Kaliverbindungen wirken zersetzend auf die Silicate des Bodens ein und diese Wirkung wird noch gesteigert, wenn aus den Kalidüngern durch eine Beigabe von Kalk das Kali von seiner Säure befreit oder doch in kohlensaures Salz umgewandelt wird.

Die grosse Zahl wissenschaftlicher und Felddüngungsversuche zu den verschiedensten Feldfrüchten und mit den verschiedensten im Handel vorkommenden Kalisalzen zeigen doch so viel Misserfolge und sich widersprechende Resultate, dass man sich fast der Ansicht Ad. Mayer's [4]) zuneigen möchte, der eine Zufnhr von Kalidünger nur in seltenen Fällen für unsere Ländereien nöthig hält und der Meinung ist, dass für die sogenannten Kalipflanzen, wie Tabak, Klee, Kartoffeln, Rüben das Kali als kohlensaures oder humussaures angewandt werden müsse. Indessen ist auch diese Ansicht noch keineswegs durch Versuche genügend begründet. Märcker, der alle bekannt gewordenen

[1]) Die Kalidüngung auf leichtem Boden. Ein Wort der Erfahrung an seine Berufsgenossen v. Schultz-Lupitz. Berlin. Verlag von Paul Parey 1882. — [2]) Landw. Jahrbücher, 1876, S. 797. — [3]) Landw. Centralbl. 1866, I, S. 417. — [4]) Landw. Versuchsst. Bd. 26, S. 77 u. 309.

Düngungsversuche mit Kalisalzen einer ausführlichen kritischen Besprechung unterzogen [1]), kommt zu anderen Folgerungen. Er glaubt es als ein Vorurtheil bezeichnen zu müssen, die Chlorverbindungen des Kali für weniger werthvoll als die schwefelsauren zu erachten, da jene in vielen Fällen weit günstigere Resultate ergeben hätten, und glaubt auch, dass neben der blossen Kalizufuhr die Beimengungen in diesen Düngemitteln indirect auf die Lösung der Nährstoffe im Boden und regulirend auf die Feuchtigkeit desselben einwirken. Besonders wird hierin der Nutzen der Kalidüngung auf den besseren Bodenarten zu suchen sein, während auf leichtem Sandboden nur dann eine sichere Wirkung erhofft werden darf, wenn gleichzeitig Stickstoff und Phosphorsäure mit zugeführt werden. Mit absoluter Sicherheit wirken dagegen die Kalisalze auf Moorboden, wie denn die berühmten Rimpau'schen Dammculturen überhaupt erst durch Anwendung dieser Salze ausgeführt werden konnten. Indem sie daher die Möglichkeit gewähren jene zum Theil unfruchtbaren Moorländereien im Nordwesten Deutschlands nach Entwässerung derselben zum fruchtbarsten Ackerlande zu machen, zum Theil die durch Moorbrennen in Cultur gebrachten Strecken nun regelmässig zu bebauen und den weite Landstriche so belästigenden Moorrauch endlich verschwinden zu machen [2]), ist die Benutzung der Kalisalze von hohem wirthschaftlichen Werth für unser Vaterland geworden, mag man auch über ihren Erfolg unter anderen Verhältnissen noch so sehr in der Ansicht differiren. Auch für Düngung der Wiesen, besonders zur Vertilgung des Mooses haben sich diese Salze fast überall bewährt. Wie sehr aber ihre Anwendung auf devastirten Ländereien den Forderungen der Theorie entspricht, beweist der grosse überseeische Export der Kalidüngemittel. Nach den Kaffeeplantagen in Ceylon und Brasilien, nach den Tabaksfeldern von Havanna und Louisiana, nach den Klee- und Maisfeldern der nördlichen Vereinigten Staaten, wie nach den Baumwollenpflanzungen im Süden, gehen die deutschen Kalisalze, um die abnehmende Fruchtbarkeit jener Länder herstellen zu helfen.

Erwähnt sei noch, dass sich auch in dem Steinsalzbergwerk zu Kalusz in Galizien Kalisalze finden, doch hat der dort vorkommende Kainit nur etwa 16 Proc. schwefelsaures Kali [3]), also $^1/_3$ weniger als der Stassfurter. Die dort producirten Salze finden ihren Markt vorzüglich in Oesterreich, Ungarn, den Donauländern und dem südwestlichen Theile von Russland.

Es ist schwierig sich über die Menge der von der Landwirthschaft verbrauchten Kalisalze ein richtiges Bild zu machen, da indessen

[1]) M. Märcker, Die Kalisalze und ihre Anwendung in der Landwirthschaft 1880. — [2]) Amtlicher Bericht über die Wiener Weltausstellung 1873, Bd. III, Abth. I, S. 388 u. f. — [3]) Moser, Agriculturchem. Centralbl. 1879, S. 721.

der Hauptverbrauch wenigstens in den letzten Jahren wesentlich in Kainit bestand, so dürfte die nachfolgende Tabelle nicht ohne Interesse sein. Dieselbe giebt die Mengen Kainit an, die seit dem Jahre 1865 überhaupt gefördert und abgesetzt worden sind. Die Mengen, die zur Darstellung von reiner schwefelsaurer Kalimagnesia davon verbraucht worden sind, sind dabei inbegriffen, doch hat dieses Salz grösstentheils wohl auch nur wieder landwirthschaftlichen Zwecken gedient. Gleichzeitig ist daraus ersichtlich, welche ungeheuren Mengen davon das Ausland consumirt, da der Verbrauch in Deutschland erst im Jahre 1870 begonnen und 1881 etwa erst den neunten Theil des Gesammtabsatzes erreicht hat.

Es wurden an Kainit verkauft:

			Davon wurden im Inlande verwendet
1865	24 278 Ctr.		
1866	97 006 „		
1867	165 074 „		
1868	192 907 „		
1869	337 080 „		
1870	375 645 „	circa	10 000 Ctr.
1871	653 653 „	„	20 000 „
1872	357 529 „	„	40 000 „
1873	121 881 „	„	75 000 „
1874	195 038 „	„	90 000 „
1875	476 379 „	„	120 000 „
1876	355 531 „	„	150 000 „
1877	594 686 „	„	180 000 „
1878	714 293 „	„	225 000 „
1879	1 019 376 „	„	250 000 „
1880	2 581 467 „	„	300 000 „
1881	3 158 918 „	„	350 000 „
	11 421 741 Ctr.	circa	1 810 000 Ctr.

Dies verhältnissmässig geringe Quantum Kainit, welches demnach im Inlande verbraucht worden ist, beweist, dass die allerdings von verschiedenen Seiten als ausserordentlich geschilderten Erfolge dieser Düngung noch keineswegs überall zutreffend anerkannt werden. Trotzdem sehen Einzelne bereits in weiterer Ausfuhr eine Schädigung der auf leichten Bodenarten wirthschaftenden Landwirthe. Wie mächtig auch die bis jetzt ermittelten Fundstätten sind, so wird doch eine baldige Erschöpfung der Kainitlager befürchtet. Es wird daher als zur Zeit ganz selbstverständlich sofort ein Ausfuhrzoll geplant. Logischer Weise muss solcher Zoll dann auf alle Kalisalze gelegt werden und nicht zu niedrig sein, wenn er seinen Zweck erfüllen soll. Dass damit unsere gesammte Kaliindustrie, die zum grössten Theil auf den

Export mit angewiesen, binnen Kurzem ruinirt sein würde, ist für jene Kainitinteressenten freilich gleichgültig. Der Rückschlag indessen, der hierdurch auf die eigenen Einnahmen der fiscalischen Werke erfolgen würde, giebt einige Gewähr dafür, dass die Staatsregierung den Anträgen auf Einführung eines Ausgangszolles auf Kainit gegenüber zunächst wenigstens sich ablehnend verhalten dürfte.

V.

Gemischte Düngemittel.

Von nicht geringerer Bedeutung für die Landwirthschaft als die bisher betrachteten Düngemittel, in denen einer der drei Nährstoffe allein vorherrscht, sind diejenigen, die alle drei gleichzeitig oder mindestens Stickstoff und Phosphorsäure mit einander verbunden enthalten. Unter ihnen finden sich die ältesten und bekanntesten Handelsdünger, das Knochenmehl und der Peru-Guano.

Wir haben bereits früher erwähnt, dass zerkleinerte Thierknochen schon am Ende des vorigen Jahrhunderts zur Düngung angewandt worden sind. In Schottland entwickelte sich zuerst eine bedeutendere Fabrikation und es wurden die Knochen als *inches bones* und *half inches bones*, also in ziemlich groben Stücken in den Handel gebracht und angewandt. Der Erfolg in dem feuchten Klima und in Folge dessen die Zunahme der Fabriken war so bedeutend, dass England die Knochen von allen Ländern Europas zusammenkaufte [1]). In Deutschland wurden Anfangs der dreissiger Jahre die ersten Knochenmühlen in Schlesien und Sachsen errichtet [2]), doch lieferten diese Mühlen, die sich rasch vermehrten, ein grobes, fettiges und stark unreines Fabrikat. Die grosse Schwierigkeit, die Knochen, die gleichzeitig hart und zähe sind, in ein feines Pulver zu verwandeln, war durch die gewöhnlichen mechanischen Hülfsmittel wenigstens für einen grösseren Fabrikbetrieb, nicht zu erreichen. Man suchte daher die Knochen durch Lagern in frisch gebranntem Kalk mürbe zu machen, brachte aber damit sehr viel Kalk in das Knochenmehl. Im Jahre 1853 führte Verfasser das von Blackhall [3]) vorgeschlagene Verfahren, die Knochen vor dem Zerkleinern

[1]) Im Hafen von Hull betrug die Einfuhr 1815 schon 160 000, 1835 über 500 000 Ctr. Hartstein, Fortschritte i. d. engl. Landwirthsch. 1855, S. 52. [2]) Stöckhardt, Chemische Feldpredigten, Abth. I, S. 181. — [3]) Transactions of the Highland agricultural society of Scotland, 1850.

mit gespannten Wasserdämpfen zu behandeln, zuerst in Deutschland ein in der von ihm damals geleiteten Knochenmehlfabrik zu Ohlau in Schlesien. Seitdem kommt es in allen grösseren Fabriken zur Anwendung. Der Process des Dämpfens, der zunächst die Knochen entfettet, wirkt theils lösend, theils chemisch verändernd auf die Leimsubstanz, benimmt damit den nachher auf Darren getrockneten Knochen die Zähigkeit und liefert so ein sprödes Material, das auf Stampfen und Mahlgängen leicht in ein wirklich mehlfeines Pulver verwandelt werden kann. Aufgabe des Fabrikanten ist nur, den Dämpfprocess so zu leiten, dass der Leimgehalt und mit ihm der Stickstoffgehalt möglichst wenig vermindert wird. Aber selbst die nicht zu umgehende Verringerung stellt das gedämpfte Knochenmehl in Bezug auf seinen Stickstoffgehalt nicht unter das rohe ungedämpfte, da letzteres 8 bis 10 Proc. Feuchtigkeit mehr enthält und ausserdem durch seinen Fettgehalt die Zersetzung im Boden verlangsamt [1]). Die in den letzten 25 Jahren zahlreich entstandenen Knochenmehlfabriken stellen sämmtlich gedämpftes Mehl dar und der starke Verbrauch dieses Düngemittels beweist am besten seine landwirthschaftlichen Erfolge. Der Export von deutschen Knochen nach England hat fast ganz aufgehört, während noch in den Jahren 1858 bis 1863 aus den preussischen Ostseehäfen allein 197 337 Centner Knochen ausgeführt wurden [2]). Jetzt wird ein etwa ebenso grosses Quantum roher Thierknochen aus Amerika und Russland bei uns eingeführt. Die russischen Knochen kommen grösstentheils aus den russischen Ostseehäfen nach Stettin und Lübeck.

Reines Knochenmehl, wie es im Handel vielfach geliefert wird, enthält 4 bis 5 Proc. Stickstoff und 22 bis 24 Proc. Phosphorsäure. Ersteren als Bestandtheil der Leimsubstanz, letztere mit Kalk verbunden als dreibasisch phosphorsauren Kalk. Unter der Einwirkung von Luft und Feuchtigkeit fault der Leim und bildet Ammoniak, wodurch die Lösung des Kalkphosphats befördert wird [3]). Es ist daher für die Wirkung des Knochenmehls wesentlich, dass der Leimgehalt nicht zu weit herabgedrückt wird, und die in neuester Zeit eingeführte Leimfabrikation aus den Knochen, bevor dieselben zu Mehl verarbeitet worden, liefert wohl ein billigeres, aber an Stickstoffgehalt ärmeres, und so auch weniger wirksames Knochenmehl.

Die Schwierigkeit, die der Darstellung von gutem Tafelleim aus der bei Behandlung der Knochen mit gespannten Dämpfen gewonnenen Leimlösung entgegenstand, dieselbe nämlich vorher vollständig von Fett zu befreien, ist im letzten Jahre dadurch überwunden worden, dass man die Knochen mit Benzin oder Schwefelkohlenstoff in dicht geschlossenen

[1]) Landw. Centralbl. f. Deutschland 1866, I, 400. — [2]) Agriculturchem. u. chem. Unters. u. Versuche v. Dr. Pincus, IV. Bericht. Gumbinnen 1865. — [3]) Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 98, 143.

Apparaten digerirt und so jede Spur von Fett entfernen kann. Die patentirten Verfahrungsarten von Seltzsan, Richters und einigen Anderen [1]) unterscheiden sich nur wenig von einander. Für die Fabrikation von Knochenmehl zum Dünger wären dieselben ohne Bedeutung, wenn nicht der Anreiz den Leim als besonderes Fabrikat darzustellen, um den Preis des Knochenmehles ermässigen zu können, dadurch zugenommen hätte. Nur wenig Fabriken liefern noch ein Fabrikat mit 4 Proc. Stickstoff, dagegen kommt sehr viel Mehl in den Handel, dessen Stickstoffgehalt bis 1,5 und 2 Proc. herunter gedrückt ist. Solches Knochenmehl wird wohl um eine Mark billiger verkauft, während sein Werth um mindestens zwei Mark geringer, als der des unentleimten Mehles zu schätzen ist. Seit einigen Jahren liefern Amerika, Frankreich, Oesterreich und Russland viel Knochenmehl, das aber grösstentheils an Gehalt wie an feiner Mahlung dem unserer deutschen renommirten Fabriken nachsteht. Russland erhebt auf die Ausfuhr von rohen Knochen einen bedeutenden Ausgangszoll, nicht etwa im Interesse seiner Landwirthschaft, da es Knochenmehl zollfrei ausgehen lässt. Dieser Zoll schädigt aber die in den Provinzen Schlesien und Preussen gelegenen Knochenmühlen, welche mit auf die russischen Zufuhren an Knochen angewiesen sind, während die fast an den Grenzen belegenen russischen Knochenmehlfabriken um so leichter auf die Preise unserer heimischen Fabriken drücken können. Verschiedene Anträge an die Reichsregierung [2]), dieser Anomalie abzuhelfen und auch für rohe Knochen einen zollfreien Ausgang zu bewirken, sind von derselben zum grössten Nachtheil sowohl der heimischen Industrie als Landwirthschaft ohne jede Berücksichtigung geblieben.

Die grosse Verbreitung, die das Knochenmehl als der älteste Handelsdünger und als eine gleich von der Natur passend zusammengestellte Verbindung von Stickstoff und Phosphorsäure in Deutschland erlangt hat, ist Ursache der vielen Verfälschungen, denen dies Düngemittel unterworfen wird. Ausser in Sand, dessen Farbe wenig von der des Mehles verschieden, bestehen dieselben vornehmlich in Kalk, Gyps und gemahlenen Austernschalen [3]). Mit letzteren wurde aus den grossen Städten, besonders mit den Knochenmühlen in Sachsen und der Oberlausitz, vor Jahren ein förmlicher Handel getrieben, so dass viele Eisenbahnwagen mit diesem werthlosen Material abgesandt wurden. Ebenso wird das feine Mehl der blendendweissen Schalen des vegetabilischen Elfenbeins (*Phytelephas macrocarpa*) [4]), die Abfall der Drechslerei sind, untermischt. Diese Verfälschungen sind leicht durch die Analyse festzustellen. Schwieriger ist die Vermischung des Knochenmehles mit

[1]) Die chemische Industrie, Monatsschrift u. s. w., redig. v. Dr. E. Jacobsen, 1882, Nr. 6, S. 182 cf. — [2]) Ebendas. 1881, Nr. 6, S. 188. — [3]) Ann. d. Landw. Wochenbl. 1865, S. 60. — [4]) Ebendas. S. 1864, S. 291.

feingemahlenem Nassauer Phosphorit, fast nur durch den hohen in Säuren nicht löslichen Rückstand, zu erkennen. Obschon durch den Phosphorit der Gehalt an Phosphorsäure vermehrt wird, so muss dieser Zusatz doch als eine Verfälschung betrachtet werden. Denn abgesehen davon, dass der Preis des letzteren nur $^1/_4$ von dem des Knochenmehls beträgt, so ist die Löslichkeit des phosphorsauren Kalks im Phosphorit zehnmal geringer, als die des Phosphats im Knochenmehl. Die dringende Mahnung zur Vorsicht an die Landwirthe und die Controle Seitens der Versuchsstationen haben in den letzten Jahren die Verfälschungen des Knochenmehls übrigens sehr vermindert.

Die Langsamkeit, mit der sich auch das allerfeinst gemahlene Mehl zersetzt, macht vor dem Ausstreuen ein Anfaulen desselben unter Beimischung von Erde und Jauche wünschenswerth [1]). Versuche haben gezeigt, dass dieses so vorbereitete Mehl sicherer wirkt [2]), und dass die Wirkung noch beschleunigt wird, wenn Sägemehl [3]), Torfgrus oder irgend eine bei der Vermoderung reichlich Kohlensäure entwickelnde organische Substanz zugesetzt wird, die das Löslichwerden des phosphorsauren Kalks befördert.

Sowohl um diese Vorbereitung zu ersparen, als auch um in der kurzen Sommervegetationsperiode selbst bei Mangel an Feuchtigkeit auf einen sichereren Erfolg rechnen zu dürfen, schliesst man das Knochenmehl auch fabrikmässig mit Schwefelsäure auf und bringt ein Knochenmehlsuperphosphat in den Handel, das bei 3 bis 4 Proc. Stickstoff 18 bis 19 Proc. Phosphorsäure, davon die Hälfte in wasserlöslicher Form, enthält.

Da für manche Culturen der Landwirth eine grössere Stickstoffmenge in dem angewandten Düngemittel dem Boden zuführen will, so hat man das Knochenmehl, das nur einen mässigen Stickstoffgehalt hat, besonders das mit Schwefelsäure aufgeschlossene, noch mit gemahlenem Blut, Fleisch oder Hornmehl vermengt und es unter der Bezeichnung „stickstoffreiches Knochenmehl“ in den Handel gebracht. Auch in diesem Düngemittel gelangt der in organischer Verbindung befindliche Stickstoff erst durch allmälige Zersetzung zur Wirksamkeit. Derselbe oder vielleicht noch schnellere Effect wird erreicht, wenn das gedämpfte Knochenmehl mit schwefelsaurem Ammoniak vermischt angewandt wird. Da das stickstoffreiche Knochenmehl ein beliebtes Düngemittel ist, so werden oft unter diesem Namen Mischungen aus Horn- oder Ledermehl mit Phosphorit- oder anderen Superphosphaten von graugelblicher Farbe in den Handel gebracht, in denen auch nicht eine Spur von Knochenmehl enthalten ist.

[1]) Ann. d. Landw. Wochenbl. 1862, 134 u. Landw. Centralbl. f. Deutschland 1869, I, S. 234. — [2]) Ebd. 1868, 456. — [3]) Amtsbl. f. d. landw. Ver. d. Königr. Sachsen 1863.

Aehnlich dem Knochenmehl sowohl in der Zusammensetzung als Wirksamkeit ist der Fischguano. An den Küsten benutzte man längst schon die Abfälle der Fischereien sowie die kleinen, nicht geniessbaren Fische als Dünger [1]). Der Gedanke lag nahe dort, wo der Fischfang nur wegen einzelner Bestandtheile der Fische betrieben wird, wie beim Walfischfang, die Rückstände zu einem Handelsdünger zu verarbeiten. So bildete sich eine Gesellschaft, die auf den Lofodden, nahe am Nordcap, eine Fabrik zur Bereitung von Fischguano errichtete. Ausser dieser Gesellschaft, die ihren Sitz in Christiania hat, haben sich noch einige andere gebildet, die in derselben Weise arbeiten. Die kleinen Fische werden im Ganzen, die grossen in Stücke zerhauen zunächst einem sich langsam steigernden Druck unter hydraulischen Pressen unterworfen, wobei Oel und eine beträchtliche Menge Wasser abläuft. Dann werden sie in offenen Kesseln gekocht um das Fett vollständig abzuscheiden, hierauf in geschlossenen Kesseln dem Druck gespannter Wasserdämpfe unterworfen, um den Leim auszuziehen. Sind die Fische sehr fleischreich, so geschieht diese letzte Operation in rotirenden Kesseln, damit das Fleisch nicht an den Kesselwänden hafte und so der Einwirkung des Dampfes theilweise entzogen werde. Die abgelassene Leimlösung wird in gewöhnlicher Weise zu Leim verarbeitet, die gedämpfte Fischmasse getrocknet, gemahlen und gesiebt. Die Fabrikation ist also der des Knochenmehles sehr ähnlich. Eine der grösseren Fabriken soll täglich 8000 kg Fische verarbeiten können, ist aber natürlich abhängig von dem Ertrage der Fischerei, der ausserordentlich schwankend ist. Der Fischguano selbst, der als ein mässig feines Pulver geliefert wird, enthält im Durchschnitt 8 bis 9 Proc. Stickstoff und 13 bis 14 Proc. Phosphorsäure. Seine düngende Wirksamkeit wird ebenfalls erhöht, wenn man ihn gleich dem Knochenmehl vorher anfaulen lässt. Die Fabrikation des Fischguano ist noch in der Entwickelung begriffen, hat aber wohl eine Zukunft für sich. Sie ist schon deshalb wichtig, weil durch sie der Landwirthschaft ein grosser Theil der Mineralstoffe zurückgegeben wird, die ihren Feldern entzogen, in den grossen Städten scheinbar verloren durch die Flüsse wieder ins Meer zurückgeführt werden.

In den Häfen von Hamburg und Harburg wurden an Fischguano eingeführt in den Jahren:

1878	50 000	Centner
1879	50 000	„
1880	70 000	„
1881	60 000	„
1882	102 000	„

Derjenige Handelsdünger, der nächst dem Knochenmehl Jahrzehnte hindurch fast allein angewendet wurde und dessen Name gewisser-

[1]) Landw. Centralbl. f. Deutschland 1866, II, S. 144.

maassen das Prototyp eines käuflichen Düngers geworden, ist der Peru-Guano. Derselbe enthält den Stickstoff in Form von Ammoniaksalzen oder doch leicht sich zu solchen umsetzenden organischen Verbindungen, wie Harnsäure und Guanin; ausserdem Phosphorsäure und Kali, also die wichtigsten Pflanzennährstoffe. Seine Bestandtheile ähneln denen der thierischen Excremente, wie er denn selbst bekanntlich in seiner Hauptmasse als Excremente fischfressender Vögel angesehen wird, die mit den verwesten Leibern der Vögel selbst durchmischt sind.

Sein Vorkommen, seine Entstehung, sein grossartiger Consum (es wurden in Deutschland allein im Jahre 1876 über zwei Millionen Centner verbraucht) sind zu bekannt, um uns lange dabei aufzuhalten. Aber erwähnt mag werden, dass von den zahlreichen Inseln, auf denen sich der Guano abgelagert findet, diejenigen abgebaut zu sein scheinen, auf denen der stickstoffreichste sich befunden hat. Der im Handel jetzt vorkommende Guano ist in seinem Stickstoffgehalt, der in früheren Jahren 12 bis 15 Proc. betrug, auf die Hälfte und noch darunter herabgegangen und hat dadurch einen grossen Theil seines Werthes eingebüsst. Die Meinungen über die Menge des noch vorhandenen Guanos sind sehr getheilt; von Seiten der peruanischen Regierung, die ihre Anleihen auf dieses Unterpfand basirt, wird dieselbe als noch sehr bedeutend angegeben, während weniger interessirte Besucher der Inseln die Zeit bereits herankommen sehen, in der Alles abgebaut sein wird.

Die Einfuhr von Peru-Guano betrug in Hamburg in den Jahren:

1873 . . .	598 909	Centner
1874 . . .	890 304	„
1875 . . .	582 633	„
1876 . . .	2 135 380	„
1877 . . .	703 360	„
1878 . . .	1 242 740	„
1879 . . .	518 500	„
1880 . . .	148 680	„
1881 . . .	—	„
1882 . . .	185 260	„

Die Einfuhr hat also abgenommen, im Jahre 1881 ist wegen des Krieges zwischen Peru und Chili überhaupt kein Guano in Hamburg importirt worden und im Jahre 1882 stammten die Importe aus den chilenischen Consignationen von Anth. Gibbs & Sons in London her. Die an Menge so ungleichmässigen Importe sind mitbedingt durch den in den letzten Jahren so oft vorgekommenen Wechsel der Commissionäre der chilenischen Regierung. Während Dreyfus frères & Comp. durch das Haus Ohlendorff & Comp. in Hamburg vertreten wurden, übernahm für die Peruvian Guano Company lim. das Haus Schröder, Michaelsen & Comp. dort den Verkauf. Der

neue Commissionär der Regierung für die am 18. October v. J. öffentlich verkaufte eine Million Tons Peru-Guano ist die Compagnie financière et commerciale du Pacifique in Paris, deren Hamburger Vertreter zur Zeit noch nicht bekannt ist. Jedenfalls sind bei den früheren Depositären noch ziemliche Mengen von Guano auf Lager.

Die landwirthschaftliche Bedeutung des rohen Peru-Guanos ist seit den letzten Decennien durch die Fabrikation des aufgeschlossenen Peru-Guanos etwas vermindert worden. Die Herren Ohlendorff & Comp. in Hamburg hatten auf Anregung von Dr. L. Meyen zuerst den getrockneten seebeschädigten, später auch die gute Waare, durch Behandlung mit Schwefelsäure in ein Guanosuperphosphat verwandelt. Der Stickstoff in diesem Präparate erscheint in Form von schwefelsaurem Ammoniak, in das sich die Ammoniaksalze im Guano ohne Weiteres umwandeln, während sich die Harnsäure unter Bildung von Kohlensäure und schwefliger Säure dazu umsetzt [1]). Die Phosphorsäure, die im Peru-Guano sich erst allmählig durch die Einwirkung der darin stets vorhandenen Oxalsäure löst, ist sofort, wie bei allen Superphosphaten, zur wasserlöslichen geworden. Im aufgeschlossenen Peru-Guano wurden von Anfang an 9,5 Proc. Stickstoff und 9,5 Proc. wasserlösliche Phosphorsäure garantirt, das Präparat selbst als trockenes, äusserst feines Pulver in den Handel gebracht. Gegenüber dem rohen Peru-Guano war daher den Landwirthen sowohl durch die Form des neuen Düngemittels — der rohe Guano enthält viel harte und feste Stücke und oft bis 2 Proc. Steine — als durch die bestimmte Gehaltsgarantie, die bei dem rohen Peru-Guano nicht übernommen war, ein grosser Vortheil geboten. Dies sowohl, wie die ausgezeichnete Wirkung, die der aufgeschlossene Peru-Guano fast überall zeigte, haben demselben eine grosse Verbreitung verschafft. Allerdings ist in den letzten Jahren von den Herren Schröder, Michaelsen & Comp. auch ein bestimmter Gehalt im rohen Peru-Guano garantirt worden und haben dieselben, was Verfasser dieses schon seit 20 Jahren in seiner Fabrik that, den Peru-Guano fein mahlen und die Steine entfernen lassen, trotzdem hat die Verwendung des Rohguanos nicht mehr die Höhe erreicht, die sie im Beginn der sechsziger Jahre in Deutschland hatte. Der Preis des Guanos ist zu hoch für den geringen Gehalt und selbst die jetzt gebotene Garantie von etwa 7 Proc. Stickstoff, die sich doch immer nur auf den Durchschnittsgehalt einer Seeschiffsladung bezieht, giebt für kleinere Bezüge keine Gewähr. Der Gehalt wechselt je nach der Probenahme und der mehr oder weniger pulverigen Beschaffenheit des Guanos. Die Düngercommission der Gesellschaft der Landwirthe in Frankreich hat darüber höchst interessante Resultate veröffentlicht [2]),

[1]) Chem. Ackersmann 1873, S. 37. — [2]) Agricult.-chem. Centralbl. 1875, 4.

aus denen hervorgeht, dass der mittelfeine Antheil ungefähr den mittleren Gehalt einer Ladung repräsentirt.

Die ausgezeichnete Wirkung des rohen und besonders des aufgeschlossenen Peru-Guanos beruht darauf, dass fertige Pflanzennährstoffe in löslicher Form und zugleich in der innigen Verbindung, wie sie eben nur ein organischer Process herzustellen vermag, den Wurzeln dargeboten werden. Vielleicht liegt darin der Grund, dass zuweilen der aufgeschlossene Guano gleich zusammengesetzte Mischungen übertrifft. Im Allgemeinen aber bewirken eine gleichzeitige Zufuhr leicht assimilirbarer Stickstoff- und Phosphorsäureverbindungen, wie Mischungen aus Superphosphaten und schwefelsaurem Ammoniak, denselben günstigen Erfolg. Muss ja schon bei der Fabrikation des aufgeschlossenen Peru-Guanos, um bei dem geringen Stickstoffgehalt des Rohguanos selbst nur eine Garantie von 7 Proc. Stickstoff innehalten zu können, auf welche das Ohlendorff'sche Präparat bereits in den letzten Jahren herabgehen musste, oft schwefelsaures Ammoniak zugesetzt werden.

Jene Mischungen, bekannt unter der Bezeichnung: ammoniakalische Superphosphate, werden seit Jahren fabrikmässig dargestellt und in den verschiedensten Verhältnissen des Stickstoffs zur Phosphorsäure von den Düngerfabriken geliefert. Die gebräuchlichsten sind die mit einem Gehalt von 9 bis 10 Proc. Stickstoff und 9 bis 10 Proc. löslicher Phosphorsäure; 6 Proc. Stickstoff und 10 Proc. Phosphorsäure; 5 Proc. Stickstoff und 15 Proc. Phosphorsäure sowie 4 Proc. Stickstoff, und 12 Proc. Phosphorsäure.

Ein solches ammoniakalisches Superphosphat ist auch der „Phosphoguano", der in England dargestellt als ein Naturproduct ausgegeben und mit geschickter Reclame auch den deutschen Landwirthen als das Non plus ultra der Handelsdünger empfohlen wurde. Dieses Präparat, das 3 Proc. Stickstoff auf 17 Proc. löslicher Phosphorsäure enthält, kann aus schwefelsaurem Ammoniak und hochgradigem Superphosphate in jeder Fabrik dargestellt werden.

Wir wollen bei dieser Gelegenheit nicht unerwähnt lassen, dass die englische Düngerfabrikation nicht nur die erste derartige Industrie gewesen, sondern auch heute wohl noch in viel grossartigerem Maassstabe betrieben wird, als es bis auf vereinzelte Ausnahmen in Deutschland der Fall ist. Dagegen sind die Producte des deutschen Düngermarktes viel sorgfältiger dargestellt mit einer bewussten wissenschaftlichen Grundlage. Auch der Gehalt an düngenden Stoffen ist im Allgemeinen höher in den deutschen Fabrikaten. Die englische Art der Gehaltsbezeichnung, statt Stickstoff Ammoniak und statt löslicher Phosphorsäure sauren phosphorsauren Kalk zu berechnen, lassen dem deutschen Landwirth, der diese Bezeichnungen oft für identisch hält, die englischen Fabrikate in günstigerem Lichte erscheinen, als

sie in Wahrheit verdienen. Der segensreiche Einfluss der Versuchsstationen hat die deutsche Düngerindustrie gezwungen, fast durchweg nur preiswerthe Fabrikate auf den Markt zu liefern. Schwankungen im Gehalte von 0,5 Proc., die der Fabrikant bei aller Sorgfalt oft nicht verhindern kann, geben unseren Landwirthen oft genug Anlass zu lebhafter Beschwerde. Dabei sind die Untersuchungsmethoden nicht überall gleich und tragen oft Differenzen in sich, die den Analysen grössere Ungleichheiten [1]) aufprägen, als der Unterschied zwischen geliefertem und garantirtem Gehalt beträgt. Wie unbequem dies auch für den Fabrikanten ist, so ist es für die Güte der deutschen Düngerpräparate doch von wesentlichem Nutzen geworden.

Wir können unsere Betrachtungen über die Stickstoff, Phosphorsäure und Kali enthaltenden Düngemittel nicht beschliessen, ohne mit einigen Worten der Benutzung der menschlichen Excremente zu gedenken, die nicht nur jene drei Nährstoffe, sondern überhaupt alle in den Pflanzenaschen vorkommenden Mineralien enthalten. Viele Jahre hindurch hat man sich bemüht, dieselben zu einem transportablen Handelsdünger umzuwandeln, aber diese Versuche haben im Allgemeinen wenig Erfolg gehabt. Die grosse Menge Wasser, die die natürlichen Abfallstoffe enthalten, müssen entweder durch Trocknen entfernt oder durch eine billige absorptionsfähige Substanz aufgesaugt werden. Im ersten Falle übersteigen die Kosten des Brennmaterials den Werth des gewonnenen Products, dessen Stickstoffgehalt ohnehin durch die hohe Temperatur vermindert wird, im anderen Falle kommen so viel werthlose Stoffe (Torfgrus) hinzu, dass die Kosten des Transports schon den Werth übersteigen. An diesen Schwierigkeiten sind die meisten Poudrettefabriken zu Grunde gegangen. Die Vorschläge und zum Theil auch praktisch durchgeführten Versuche, in besonderen Vorrichtungen die flüssigen von den festen Ausscheidungen zu trennen und letztere sofort durch Gyps [2]) oder Kalk in transportablen geruchlosen Dünger zu verwandeln, sind theils in grossen Städten undurchführbar, theils leiden sie durch den bedeutenden, wenn auch gebundenen Wassergehalt an den schon erwähnten Uebelständen, theils macht sie auch der starke Gyps- oder Kalkgehalt für viele Böden zur Düngung untauglich.

Am besten und erfolgreichsten bewährt sich die Verwendung der frischen Latrine zum Düngen, zu der auch das bekannte japanesische

[1]) Ein und dieselbe Probe Knochenmehl gleichzeitig zur Untersuchung an nachstehende vier Stationen geschickt, ergab:

Halle	3,92	Stickstoff	23,00	Phosphorsäure
Dahme	4,28	„	24,37	„
Proskau	4,15	„	24,20	„
Magdeburg	4,00	„	23,40	„

[2]) Ann. d. Landw. Wochbl. 1866, S. 171 u. 1865, S. 210.

und chinesische [1]) Vorbild ermuntert. Möglich wird sie bei einem geregelten Abfuhrsystem in verschlossenen Tonnen. Eine Anzahl europäischer Städte hat dieses Verfahren eingeführt [2]). Die Abfallröhren münden entweder unmittelbar in Tonnen, die öfter gewechselt werden, oder in grössere Reservoirs, aus denen durch Schläuche mittelst Luftdrucks die Massen in grosse eiserne vorher luftleer gemachte Kessel, die unmittelbar vor das Haus gefahren, entleert und zugleich etwa entweichende übelriechende Gase verbrannt werden. Dieses letztere Princip liegt auch dem viel besprochenen Liernur'schen System zu Grunde. Hier münden die Abfallröhren in eiserne unter der Strasse befindliche Rohre, die in ein gemeinschaftliches Sammelrohr führen, aus dem ebenfalls durch Luftdruck der Inhalt nach der ausserhalb befindlichen Fabrik geführt wird, um dort zu einem transportabeln Dünger verarbeitet zu werden. In Dortrecht, wo eine solche Fabrik besteht, gehen die Fäcalstoffe direct in ein dicht verschlossenes Reservoir, in dem sie unter Zusatz von etwas Schwefelsäure im Vacuum zu einer syrupsdicken Masse unter Verbrennung etwa entweichender Gase eingedickt werden. Dieselbe wird dann über grosse eiserne, durch Dampf erhitzte Walzen, die sich langsam drehen, fliessen gelassen, trocknet dabei ein und wird durch einen Bürstenapparat als versandtfähige Waare abgestrichen. Analysen dieser, in Farbe dem Peru-Guano ähnlichen, schwach nach Buttersäure riechenden, Düngepulver ergaben einen Gehalt von 6 bis 7 Proc. Stickstoff, 2 bis 3 Proc. Phosphorsäure und 8 bis 9 Proc. Kali [3]). Dieses Verfahren scheint in der That noch eine grosse Zukunft zu haben, da hier die frische Latrine sofort zur Verarbeitung kommt und fast ihr ganzer dabei gewonnener Stickstoffgehalt dem Dünger einen so hohen Werth giebt, dass dieser die Kosten der Fabrikation wohl tragen kann. Liernur nennt sein System das Differenzirsystem, weil er die Entfernung der Tags- und Wirthschaftswasser durch eine zweite gewöhnliche Rohrleitung bewirkt. Er trennt also gleich von Anfang an die Fäcalmassen von den anderen Effluvien, wodurch dann bei der späteren Eindampfung nur eine verhältnissmässig geringe Menge Brennmaterial nöthig wird.

Eine ähnliche Verwerthung der frischen Fäcalien, die regelmässig in Tonnen abgefahren werden, bietet das System von Hennebutte und de Vauréal, nach dem bereits die Herren Buhl und Keller in Freiburg in Baden eine Fabrik eingerichtet haben. Auch hier werden die frischen Fäcalien aus den Füllgefässen durch Luftdruck in die Fabrikreservoirs gehoben, dort durch Zusatz gewisser Salze die festen

[1]) Ann. d. Wochbl. 1871, S. 379.

[2]) Jahresber. d. k. k. österr. Ackerbauminist. Nr. 1868.

[3]) Ueber das Canalisiren von Städten auf getrenntem Wege. Vortrag von Charles T. Liernur, gehalten in Frankfurt a. M., 24. Juli 1879, S. 27.

Bestandtheile niedergeschlagen und diese durch Filterpressen von der Flüssigkeit befreit, getrocknet und gemahlen. Sie geben so einen 4 bis 5 Proc. Stickstoff, Kali und etwas Phosphorsäure enthaltenden Handelsdünger. Aus der von den Pressen ablaufenden Flüssigkeit, in der der Harn sich bereits zersetzt hat (siehe Seite 11), wird durch Destillation schwefelsaures Ammoniak gewonnen. Die Rückstände des Destillats sollen nun frei von allen fäulnissfähigen organischen Stoffen sein, so dass sie ohne Bedenken den Flussläufen zugeführt werden können.

Alle diese Methoden haben sich unter bestimmten localen Verhältnissen und in kleinen Gemeinwesen mehr oder weniger gut bewährt. In grösseren Städten, in denen nicht nur die Latrine, sondern auch eine grosse Menge anderer Abfälle, wie sie das wirthschaftliche Leben von Hunderttausenden beisammen wohnender Menschen erzeugt, entfernt werden müssen, um so den Herd der Miasmen zu zerstören, die die Luft vergiften und Träger endemischer Krankheiten sind, reichen sie nicht aus oder sind wenigstens noch nicht genügend erprobt. Nur die Canalisation, d. h. die Entfernung dieser Stoffe durch Spülung mit Wasser in unterirdische Röhren, in denen sie aus dem Bereiche der Stadt geführt werden, erschien als der allein geeignete Weg, die Abfallstoffe zu entfernen. Zahlreiche Versuche, aus diesen Canalwassern durch Desinfection und Präcipitirung mit Chemikalien einen festen Handelsdünger zu erhalten, in dem sämmtliche organische und unorganische Stoffe enthalten sind, so dass das abgeschiedene Wasser als infectionsunfähig in die Flussläufe abgelassen werden kann, haben bis jetzt kein befriedigendes Resultat [1]) ergeben. Als die einzige Methode, die Canalwasser möglichst vollständig zu desinficiren und zugleich ihre befruchtenden Stoffe nutzbar zu machen, muss die Berieselung angesehen werden, die in mehreren englischen und deutschen Städten zur Ausführung gelangt ist, besonders aber in Berlin im grossartigsten Stile durchgeführt wird.

Diese Stadt ist in verschiedene Bezirke getheilt, von denen jeder sein eigenes Canalsystem hat, das schliesslich in ein Sammelrohr an der zu jedem System gehörigen Pumpstation mündet. Mächtige Pumpen treiben nun die Schmutzwässer auf die 7 bis 10 km entfernten, an der Peripherie der Stadt liegenden Felder, über die sie langsam fliessen und im Sommer eine üppige Vegetation hervorrufen. Wenn auch noch nicht alle technischen Schwierigkeiten, die ein solches zum ersten Male in so umfassender und consequenter Weise durchgeführtes Unternehmen verursachen, zur Zeit überwunden sind, so ist doch zu erwarten, dass Erfahrung und Wissenschaft allmälig zur Lösung der-

[1]) Mark Lane Express 1869, 30. Aug.

selben beitragen und manche jetzt noch immer berechtigte Einwände entkräften werden [1]).

Obschon für fast alle Früchte, ist doch erfahrungsmässig die Spüljauchendüngung am vortheilhaftesten für italienisches Raygras geeignet und so die Production von Thierfutter in hohem Maasse gesichert. So ist auch der Weg gezeigt die Interessen der Landwirthe zu versöhnen, die auf die Abfallstoffe der Städte zur Benutzung als Düngemittel die nächsten Ansprüche zu haben glauben. Denn ob die Landwirthschaft die ihren Aeckern entzogenen Nährmittel in Form von Dünger oder in der von Futterstoffen zurückerhält, ist in Bezug auf den Ersatz gleich. Es giebt ja in der That auch viele Landwirthe, die es vorziehen statt künstlicher Düngemittel Futterstoffe zu kaufen, um die Ausfuhr von Bodenbestandtheilen zu decken. Dies bestimmen lediglich die localen Verhältnisse.

Dass übrigens im Interesse der Reinlichkeit und der sanitären Verhältnisse, wie in dem der Annehmlichkeit ihrer Bewohner die Städte die Abfallstoffe auf dem bequemsten, die Sinneswerkzeuge nicht beleidigenden Wege entfernen, kann um so weniger getadelt werden, als die Benutzung derselben Seitens der Landwirthschaft nur in unmittelbarster Nähe geschehen kann, weil die sehr ins Gewicht fallenden, wenig gehaltreichen Massen einen weiteren Transport nicht vertragen, ohne Kosten zu verursachen, die dem Betrage der Zinsen der Canalisationseinrichtungen nahe gleich kommen dürften.

Haben wir in dem Vorstehenden versucht, eine Umschau über die durch einen grossen, alle Erdtheile umfassenden Handelsverkehr und durch eine mächtig entwickelte Industrie der Landwirthschaft zu Gebote gestellten Handelsdünger zu halten, so scheint es nicht unangemessen, noch einiger Substanzen zu gedenken, die zwar nicht unmittelbar in den Kreis des von uns Behandelten hineingehören, die aber sowohl wegen der Menge ihres Verbrauchs, als wegen ihrer Bedeutung für die Landwirthschaft erwähnt zu werden verdienen.

Es sind dies der gemahlene Düngergyps und der gebrannte Kalk. Bekanntlich gehört der Gyps zu den ältesten Hülfsdüngern, der vornehmlich für den Klee und andere tiefwurzelnde Pflanzen mit Erfolg verwandt wird. Das nicht seltene Vorkommen dieses Minerals gestattet, Gypsmühlen an verschiedenen Orten anzulegen, in denen er auf vertical gehenden Steinen (Kollergängen) zum feinsten Mehl verarbeitet wird. Worauf seine Wirkung, die sich bei Blattfrüchten und auf Gras besonders zeigt, beruht, ist noch immer nicht ganz aufgeklärt. Nach den Einen ist es seine Fähigkeit, das Ammoniak der Luft zu

[1]) Diejenigen unserer Leser, die sich für die hier nur oberflächlich gestreifte Frage der Städtereinigung interessiren, verweisen wir auf eine dies ganze Gebiet umfassende und doch kurz zusammengedrängte Abhandlung von Alexander Müller in H. Eulenberg's Handbuch für das öffentliche Sanitätswesen, Berlin 1882, S. 835 u. s. f.

binden, nach Anderen die Mineralstoffe des Bodens aufzuschliessen und so assimilirbar zu machen, sie auch gelöst in die unteren Bodenschichten zu führen [1]), aus denen die tiefgehenden Pflanzen ihre Nahrung schöpfen, nach einer dritten Ansicht endlich regulirend auf die Bodenfeuchtigkeit zu wirken [2]). Vielleicht wirken alle diese Eigenschaften zusammen und machen deshalb den Gyps, nicht bloss wegen seines gegen andere Düngemittel geringen Preises, zu einem in vielen Gegenden fast einzigen und beliebten Hülfsdünger, der mit dem besten Erfolge aber doch nur auf gutem Boden angewandt wird.

In vielleicht noch grösseren Mengen wird der Kalk verbraucht, der wesentlich wegen seiner die Eigenschaften des Bodens verbessernden Wirkung zur Anwendung kommt. Er zersetzt im Boden den Schwefelkies und neutralisirt den sauren Humus, veranlasst den Stickstoff in letzteren und in den zurückgebliebenen Wurzelrückständen zur Umwandlung in Salpetersäure, schliesst den schweren Thonboden auf und bringt so seinen Reichthum an Pflanzennährstoffen zur Geltung, vermehrt die Porosität, wodurch die Wurzelbildung erleichtert wird und verbessert die wasseranziehende und wasserhaltende Kraft. Seine nützliche Wirkung bei gleichzeitiger Anwendung von Kalisalzen haben wir bereits bei letzteren erwähnt. Der Kalk wird am besten frisch gebrannt und zu Staub gelöscht [3]), also als Hydrat angewandt, wenn er die eben erwähnten Thätigkeiten äussern soll. Dass nebenbei der Kalk auch als Pflanzennährstoff auf kalkarmen Boden günstig wirkt, ist selbstverständlich, doch ist dies selten der Grund, der seine Anwendung empfiehlt.

[1]) Fühling's landw. Zeitung 1878, S. 728, sowie Annalen der Landwirthschaft Bd. 50, S. 29.

[2]) Journ. f. Landw. 1866, S. 413.

[3]) Amtsbl. f. d. landw. Ver. d. Königr. Sachsen 1867, Nr. 3.

VI.

Verhalten der Düngemittel zur Ackererde.

Wir haben am Eingang unserer Besprechung bereits darauf aufmerksam gemacht, dass die zahlreichen Factoren, die das Wachsthum unserer Pflanzen auf dem Felde beeinflussen, es ungemein schwierig machen ein sicheres Urtheil über die Nothwendigkeit der Zufuhr des einen oder anderen Nährstoffes sich zu bilden. Die Frage, welcher Handelsdünger in dem einzelnen Falle der passendste sei, ist daher nicht leicht zu beantworten, und ihre Lösung wesentlich an eine richtige Erkenntniss der physikalischen und chemischen Bodenbeschaffenheit, der Fruchtfolge und des Culturzustandes des Ackers, der gedüngt werden soll, geknüpft. Man glaubte eine Zeitlang diese Schwierigkeit in der einseitigsten Weise überwinden zu können, indem man farbige Bänder in Tabellen zeichnete, wo Phosphorsäure, Kali und Stickstoff durch die Farbennüance unterschieden waren und auf die man diese drei Nährstoffe in demselben relativen Lineavverhältnisse auftrug, das ihrem aus den einzelnen Pflanzenaschenanalysen ermittelten Gewichtsverhältnisse entsprach. In derselben Weise colorirte man den Gehalt der Düngemittel an jenen Nährstoffen und glaubte, dass man nun mit einem Blicke übersehen könne, welcher Dünger für Weizen oder Raps, Klee oder Rüben der geeignete sei. Dieser falschen Anschauung des pflanzlichen Nährbedürfnisses kamen einzelne Fabrikanten bereitwillig entgegen und stellten für jede Pflanzengattung einen Specialdünger dar. Es gab Kartoffeldünger und Rübendünger, Weinbergsdünger und Wiesendünger, genug die Sache wurde dem Landwirth äusserst bequem gemacht. Schade nur, dass die Praxis dieser industriellen Theorie oder theoretischen Industrie nicht Recht gab, wie bei einer etwas weniger oberflächlichen Anschauung der Beziehungen der Pflanzen zum Boden im Voraus erkannt werden konnte.

Schon die zahlreichen comparativen Düngungsversuche, die nicht nur von Landwirthen, sondern von den Versuchsstationen und Akademien, also mit aller Vorsicht und Sorgfalt angestellt worden sind, haben wohl manches interessante Resultat ergeben, für die Lösung der Düngerfrage aber sehr geringen Nutzen gehabt[1]). Dass der Eine oder Andere für seine localen Verhältnisse Erfolg erzielte, wurde gern eingeräumt, aber für die allgemeine Erkenntniss war damit wenig gewonnen. Man musste eben zugeben, dass die Wirkung der Düngemittel sowohl von der Beschaffenheit des Bodens als von der Feuchtigkeit bestimmt wurde. Das Wasser ist ein ebenso wesentliches Pflanzennahrungsmittel als Stickstoff oder Phosphorsäure, und das Liebig'sche Gesetz, wonach der Ertrag bestimmt wird durch die geringste Menge eines der Nährstoffe, weil die Aufnahme der übrigen hierzu in einem gewissen Verhältnisse steht, gilt in ebenso hohem Maasse vom Wasser. Wissen wir doch aus den Untersuchungen Hellriegel's[2]), dass, wenn die Bodenfeuchtigkeit während der Culturperiode 50 bis 60 Proc. der wasserhaltenden Kraft des Bodens ist, die Erträge unter sonst ganz gleichbleibenden Verhältnissen doppelt so hoch sind, als wenn sie nur 10 bis 20 Proc. beträgt. Was den Gehalt des Bodens an mineralischen Nährstoffen betrifft, so glaubte man durch die chemische Bodenanalyse sich über die Nothwendigkeit der Zufuhr des einen oder anderen Nährmittels aufklären zu können, da ein fehlendes oder in geringer Menge vorkommendes durch künstliche Düngung zu ersetzen sein musste. Leider haben die zahlreichen Bodenanalysen nur Material geliefert, welches die Frage der Lösung nicht viel näher zu bringen vermochte. Denn Böden mit viel Phosphorsäure bewiesen sich entgegen der Theorie für Phosphatdüngung oft dankbarer, als solche mit geringem Gehalt, und Böden mit vielem Stickstoff gaben ohne Stickstoffzufuhr doch mangelhafte Ernten.

So zeigte sich nach jahrelangem, vergeblichem Bemühen, dass die physikalischen Eigenschaften des Bodens in erster Linie in Betracht zu ziehen seien und dass die chemische Analyse nur dann einen Anhalt gewähre, wenn sie nicht mit dem Boden im Ganzen, sondern nur mit seinem am meisten verwitterten und an aufnehmbaren Pflanzennährstoffen reichsten Bestandtheile, der sogenannten Feinerde, ausgeführt wurde.

Es gehört mit zu den genialen Blicken Liebig's, dass er in der Bodenabsorption, die schon früher von Thompson und Way entdeckt war, sofort ein wesentliches Moment für die Pflanzenernährung erkannte[3]). Diese Eigenschaft der Ackererde beruht auf ihrer Fähigkeit, den Lösungen der Pflanzennährstoffe einen grossen Theil derselben zu entziehen und festzuhalten. Erst eine grössere Menge Flüssigkeit, als vorher die Lösung enthielt, ist im Stande, die an die Erde nun gebun-

[1]) Landw. Centralblatt 1871, S. 195. — [2]) Annal. d. Landwirthschaft 1866, Bd. 47, S. 344. — [3]) Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 105, 106.

denen Nährstoffe zum Theil wieder in Lösung zu bringen. Die Absorption ist stärker oder schwächer je nach der Concentration der Lösung, sie ist verschieden je nach der Art des Bodens, geringer im Sandboden, stärker im Thonboden. Zur Erklärung dieser Bodeneigenschaft sind von deutschen Forschern zahlreiche Untersuchungen angestellt worden, von denen wir nur die Arbeiten Peter's [1]), Rautenberg's [2]), Eichhorn's und Heiden's [3]) erwähnen wollen. Sie fanden, dass die Erscheinung in den meisten Fällen auf einem chemischen Vorgange beruhe und dann an die Gegenwart wasserhaltiger Silicate (Zeolithe) geknüpft sei. Dass indessen dabei auch der rein physikalische Process der Flächenanziehung Antheil hat, beweist die hohe Absorptionsfähigkeit des Humus und Torfes. Liebig hatte bereits in der Absorption den Grund dafür gefunden, dass die gelösten Pflanzennährstoffe nicht in die Tiefe versinken, sondern in den den Wurzeln noch zugänglichen Schichten zurückbleiben. Wird die Ackererde durch mechanische Analyse in ihre gröberen und feineren Bestandtheile zerlegt, so zeigt sich, dass den verwittertsten Theilchen, der Feinerde, allein die Eigenschaft der Absorption zukommt [4]). Zahlreiche Untersuchungen der verschiedensten Erden, deren Ertragsfähigkeit man kannte, mit Rücksicht auf ihre Absorption [5]) haben ergeben, dass die Absorption mit geringer Ausnahme ein Maass für die Fruchtbarkeit des Ackers sei, da sie derselben proportional ist. Die Absorptionsfähigkeit wird daher für die zu gebende Düngung ein bestimmender Factor sein. Von den wichtigsten Pflanzennährstoffen werden alle absorbirt, der Stickstoff aber nur in Form von Ammoniak, nicht als Salpetersäure. Ohne den Grund zu kennen, hat die Praxis doch schon längst den Chilisalpeter nur als Kopfdüngung im Frühjahr angewandt, zu einer Zeit also, in der das Wurzelsystem der Pflanze so weit entwickelt ist, um sich sofort der salpetersauren Lösung bemächtigen zu können, ehe sie in die Tiefe versinkt. Trotzdem ist ein Verlust nicht ganz zu vermeiden, wie Analysen der Drainwasser nach Salpeterdüngungen bewiesen. So wird in den bekannten Düngungsversuchen auf Gerste von Gilbert & Lawes mitgetheilt, dass bei einer Düngung von 500 Pfund Chilisalpeter auf den Acker in 100 000 Theilen Drainwasser 5,83 Theile Stickstoff, also auf den Acker ein Stickstoffverlust von 13 Proc. des angewandten Düngemittels bei starkem Regen stattgefunden hat [6]).

In der Absorptionsfähigkeit des Bodens ist denn auch der Grund klar gelegt, weshalb die Canalspülwasser durch Benutzung zur Berie-

[1]) Landw. Versuchsst. 1860, Bd. 2, S. 113. — [2]) Journ. f. Landwirthschaft 1862, S. 49. — [3]) Annal. d. Landwirthsch. 1866, Novbr. — [4]) W. Knop: Die Bonitirung der Ackererde, Leipzig 1871. — [5]) Landwirthschaftliche Versuchsst. 1869, Bd. 11. — [6]) Report of experiments on the growth of barley for twenty years in succession on the same land 1852—1872, by J. B. Lawes and J. H. Gilbert.

selung am vollkommensten gereinigt und desinficirt werden. Indem sie durch den Boden sinken, werden ihnen sowohl die mineralischen als stickstoffhaltigen organischen Substanzen entzogen und der überrieselte Boden wird so reich an Pflanzennährstoffen, dass er, begünstigt durch die bedeutende Feuchtigkeit, die höchsten Culturerträge zu liefern vermag.

In welcher Weise nun die durch die Absorption in der Ackererde fest gehaltenen Nährstoffe von der Pflanze aufgenommen werden, darüber hat lange unter den Agriculturchemikern Streit geherrscht und ist auch jetzt noch keine allgemeine Uebereinstimmung erreicht [1]). Wenn auch das an Kohlensäure stets reiche Bodenwasser die Alkalien, Erdsalze und phosphorsauren Verbindungen löst, die Lösung der letzteren aber noch besonders durch die Anwesenheit gewisser Salze, wie Kochsalz, Salpeter, schwefelsaures Ammoniak sehr begünstigt wird, so ist es doch nicht wahrscheinlich, dass die Wurzeln, wie bei den Wasserculturen, ihre Nahrung nur aus einer an Nährstoffen reichen wässerigen Lösung aufnehmen. Vielmehr scheinen die Wurzeln selbst eine physiologische Thätigkeit dabei auszuüben. Zahlreiche Beobachtungen lehrten, dass die Wurzeln gewissermaassen ihrer Nahrung nachgehen, d. h. dass sich die Wurzelfasern besonders an den Stellen im Boden reich und mächtig entwickeln, in denen sich besonders viel Nährstoffe vorfinden. Versuche haben ferner gezeigt, dass die Wurzeln eine Säure ausscheiden, die wahrscheinlich Kohlensäure ist, ja sogar für Oxalsäure [2]) gehalten wird. Sicher ist, dass die Pflanzensäfte sauer reagiren, so dass die mit saurer Flüssigkeit gefüllte Wurzelzelle durch ihre Membran auf endosmotischem Wege Nährstoffe aus der sie umgebenden Erde lösen und assimiliren kann. Es lässt sich demnach behaupten, dass die Pflanzenwurzeln die Nährstoffe zum Theil aus der Bodenlösung, zum Theil indessen durch ihre unmittelbare Thätigkeit aus dem sie umgebenden Erdballen entnehmen. Als Vermittler der Aufnahme der Mineralstoffe glaubt ausserdem Grandeau [3]) den Humus bezeichnen zu können. Durch Extraction der Ackererde mit Ammoniak erhielt derselbe eine schwarze, huminartige Substanz (er nennt sie *matière noire*), in der sich alle zur Pflanzenernährung nothwendigen Salze vorfanden und in der besonders die Phosphorsäure sich charakteristisch verhielt. Die Menge derselben stand nämlich in directem Verhältniss zur Fruchtbarkeit der Böden, mit denen die Versuche angestellt und deren Ertragsfähigkeit bekannt war, während die absolute Menge der Phosphorsäure in jenen Böden oft eher das Gegentheil hätte

[1]) Landw. Centralbl. 1862, Bd. 1, S. 5 u. Journ. f. Landw. 1873, S. 459. — [2]) Journ. f. Landw. 1881, S. 603. — [3]) Annales de la station agronomique de l'Est par L. Grandeau u. Landw. Jahrbücher 1879, S. 677, desgl. Landw. Versuchsst. Bd. 26, S. 1.

vermuthen lassen. Obgleich nicht unwichtige Bedenken [1]) gegen eine Verallgemeinerung der Grandeau'schen Theorie erhoben worden sind, so trifft dieselbe doch für viele Fälle zu und gewährt besonders eine befriedigende Erklärung für die Rolle, die dem Humus bei der Ernährung der Pflanzen zukommt.

Die in den Düngemitteln enthaltenen Pflanzennährstoffe eignet sich also der Acker durch die Absorption vollständig an und bietet sie den Culturgewächsen in derselben Weise zur Aufnahme dar, wie diejenigen Verbindungen, welche atmosphärische Einwirkung aus den Bestandtheilen des Bodens allmälig in Pflanzennahrung umgewandelt hat.

[1]) Landw. Versuchsst. Bd. 26, S. 36 u. ff. und Heiden, Lehrbuch der Düngerlehre, II. Aufl., Bd. 1, S. 557 u. ff.

VII.

Schluss.

Die käuflichen Düngemittel werden, sofern sie trocken und feinpulverig sind, am geeignetsten mittelst einer Düngerstreumaschine, wie solche jetzt in recht geeigneter Form construirt werden, in den Acker gebracht. Dieselbe bewirkt eine gleichmässige Vertheilung derselben, die sonst für die zur Grösse der Fläche geringe Menge — man wendet im Allgemeinen höchstens 300 bis 400 kg auf den Hectar an — recht schwierig ist. Es ist deshalb, wenn das Ausstreuen mit der Hand geschehen soll, die Masse durch Zusatz von gesiebtem Torfgrus, Moder, Erde, Sägespänen u. dergl. zu vermehren. Nur ein Zusatz von Asche oder Kalk ist dann zu vermeiden, falls lösliche Phosphorsäure, die durch den Kalk oder die kohlensauren Salze der Asche unlöslich werden würde, vorhanden ist.

Eine besondere Vorbereitung bedürfen nur das gedämpfte Knochenmehl und der Fischguano, um den unlöslichen phosphorsauren Kalk in denselben durch die Fäulnissproducte des Leims schneller in Lösung zu bringen. Man mengt deshalb diese Düngemittel mit ungefähr der doppelten Menge Torfgrus oder Sägespänen, begiesst dies Gemenge mit Mistjauche oder warmem Wasser (ungefähr zwei Eimer auf 100 kg), schaufelt es durch und überlässt es in nicht zu hohen Haufen aufgeschichtet längere Zeit sich selbst. Um das bei der schnell eintretenden, mit hoher Temperaturentwickelung verbundenen Zersetzung sich bildende kohlensaure Ammoniak nicht zu verlieren, bedeckt man passend die Haufen mit einer 10 cm hohen Schicht Gyps, Torferde oder Superphosphat. Vor der Anwendung wird der Haufen nochmals gut umgestochen.

Die Unterbringung der Düngemittel geschieht durch Eineggen oder flaches Unterpflügen. Lezteres, besonders für Knochenmehl und Guano empfohlen, darf immer nur so tief geschehen, dass Luft und Feuchtigkeit, als Vermittler der Zersetzung, noch hinzu können. Mit

Ausnahme der Kalisalze und des Knochenmehls, die für Sommerung bestimmt, am besten schon im Spätherbst oder ganz zeitig im Frühjahr aufgebracht werden, geschieht das Ausstreuen der Düngemittel entweder kurz vor der Aussaat oder bald nach derselben vor dem letzten Eggenstrich.

Schwieriger scheint oft dem Landwirthe die richtige Wahl des Düngemittels, mit dem er seinem Acker aufhelfen oder den nicht ausreichenden Stallmist ergänzen will. Selbst wenn das Bedürfniss nach Phosphorsäure oder Stickstoff festgestellt, so bleibt doch immer noch zu erwägen, ob erstere in Form von Knochenmehl oder Superphosphat, letzterer als Salpeter, Ammoniak oder Blutmehl dem Acker einverleibt werden soll. Allgemeine und bestimmte Regeln können dafür allerdings nicht gegeben werden, da die physikalische und geognostische Beschaffenheit des Bodens, die Art seines Düngerzustandes, die Fruchtfolge und die Gewächse, zu denen der künstliche Dünger verwandt werden soll, mit in Betracht zu ziehen sind. Wir haben schon versucht bei den einzelnen Düngemitteln, die wir besprochen, auf die Art ihrer Verwendung hinzuweisen. Da indessen der Verbrauch der Handelsdünger ein so allgemeiner und ausgedehnter geworden ist, so lassen sich gewisse leitende Grundsätze für die Anwendung derselben abstrahiren. So werden z. B. die schwerer zersetzbaren Dünger, wie Knochenmehl, Fischguano, sich vorzüglich für Böden eignen, deren Mischung und Untergrund die Feuchtigkeit zurückhält, auch für solche, die reich an organischer Substanz in dieser eine Quelle für Entwickelung von Kohlensäure haben, die lösend auf den phosphorsauren Kalk wirkt. Wärmere Böden werden sich dagegen mehr für leicht lösliche Phosphate dankbar bezeigen. Auf gemergelten und humusreichen Böden lohnen stickstoffreiche Düngemittel, wie schwefelsaures Ammoniak, das direct durch Stickstoffzufuhr, indirect durch seine die Mineralstoffe des Bodens aufschliessende Thätigkeit wirkt. Je weniger der Boden verwittert ist und je geringer darin die Menge der fertig gebildeten Pflanzennahrung, um so nöthiger sind Düngemittel, die Phosphorsäure und Stickstoff in löslicher Form enthalten, wie der aufgeschlossene Peru-Guano oder Ammoniaksuperphosphate. Je besser der Boden in Cultur ist, je weiter also der Grad seiner Verwitterung vorgeschritten, je stärker demnach seine Absorptionsfähigkeit ist, um so höher und entschiedener zeigt sich die Wirkung der hier eingebrachten künstlichen Düngemittel.

Der Landwirth darf bei der Anwendung der Hülfsdünger niemals vergessen, dass er damit zwar die wichtigsten und am öftersten im Boden fehlenden Nährstoffe seinen Feldern giebt, dass aber mit diesen Düngern nie das geleistet werden kann, was der Stallmist gut gefütterter Thiere leistet, der nicht nur durch seinen Gehalt an sämmtlichen Pflanzennährstoffen, sondern ebenso durch seine den Boden erwärmende,

lockernde und die Feuchtigkeit regulirende Thätigkeit Nutzen gewährt. Der Landwirth, der einen Theil seiner Felder mit Stallmist, soweit derselbe ausreicht, düngt, und dem anderen mit Hülfsdüngemitteln nachhelfen will, dürfte daher wohl erwägen, ob es nicht vortheilhafter wäre, den Stallmist über alle Felder, wenn auch in geringerer Menge zu bringen, und dafür jedem noch eine Zugabe von künstlichem Dünger zu geben. Denn so wichtig die Nährstoffe auch für das Gedeihen der Pflanzen sind, so ist mit ihrer Zufuhr doch nur eine der vielen Bedingungen erfüllt, an die das Wachsthum und Leben unserer Culturgewächse geknüpft sind. Die mechanische Bearbeitung des Bodens, die Verbesserung seiner physikalischen Eigenschaften, liegen in der Hand des Landwirths, zuweilen auch die Regulirung der Feuchtigkeit und die Zufuhr von Wasser. Regen und Thau, Licht und Wärme, die nicht minder die Erträge der Ernten beeinflussen, wird seinen Aeckern zu Theil, wie das Jahr sie gerade bietet. Aber der intelligente Landwirth wird das Seinige thun, in dem Zweige seines Berufes verbessernd zu wirken, für den ihm die Möglichkeit es zu thun gegeben ist. Innerhalb des Bereiches dieser Möglichkeit muss eingeräumt werden, dass die Beschaffung der wichtigsten Pflanzennährstoffe durch Industrie und Handel während der letzten 20 Jahre leicht gemacht und die Landwirthschaft durch Benutzung derselben mächtig gefördert worden ist. Der Betrieb ist intensiver, die Brache eingeschränkt oder ganz aufgehoben worden, die Viehzucht wird nach freiem Bedürfniss und nicht mehr als kostspieliges Mittel zur Düngererzeugung betrieben, uncultivirte, weil zu weit ab vom Wirthschaftsmittelpunkt belegene Aecker werden zum Anbau mit herangezogen, die Fruchtbarkeit der Felder ist trotz erhöhter Production erhalten und vermehrt und die Möglichkeit gegeben, von dem Zwange der Fruchtfolge befreit, das Ideal der freien Wirthschaft zu erreichen.

Bei den unmittelbaren, innigen Beziehungen, in denen das Wohl und Wehe der Landwirthschaft zu dem der Gesammtbevölkerung des Staates steht, darf die Industrie der käuflichen Düngemittel mit Recht als eine solche betrachtet werden, die zur Hebung des Nationalwohlstandes nicht unwesentlich beiträgt.

Verlag von **Friedrich Vieweg und Sohn** in **Braunschweig.**

Der Cultur-Ingenieur.

Gemeinnützige Vierteljahrsschrift für Förderung und Verbreitung polytechnischer Kenntnisse in ihrer Anwendung auf Landwirthschaft. Unter Mitwirkung von Technikern und Landwirthen

herausgegeben von

Dr. Friedrich Wilhelm Dünkelberg,

Geheimer Regierungsrath und Director der Königlichen landwirthschaftlichen Akademie Poppelsdorf.

Mit colorirten und schwarzen Tafeln und zahlreichen in den Text eingedruckten Holzstichen. gr. 8. geh.

Erschienen sind: Erster Band. Preis 9 Mark. — Zweiter Band. Preis 12 Mark. — Dritter Band. Preis 8 Mark.

Die wichtigsten Lehren der Ackerbauchemie

zur Belehrung für die ländliche Jugend in Schule und Haus. In Fragen und Antworten zusammengestellt von

Albert Harder.

Mit in den Text eingedruckten Holzstichen. 8. geh. Preis 75 Pf.

Von **Samuel W. Johnson,** übersetzt von **Hermann von Liebig,** erschien:

Wie die Feldfrüchte wachsen.

Ein

Lehrbuch für landwirthschaftliche Schulen und zum Selbstunterrichte.

Mit Abbildungen und Analysentafeln. gr. 8. geh. Preis 7 Mark 50 Pf.

Wie die Feldfrüchte sich nähren.

Ein Lehrbuch für Landwirthe, angehende Agriculturchemiker, landwirthschaftliche Schulen und zum Selbstunterrichte.

Mit zahlreichen Holzstichen. gr. 8. geh. Preis 7 Mark 50 Pf.

Ueber

Theorie und Praxis in der Landwirthschaft.

Von

Justus von Liebig.

gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 2 Mark 50 Pf.

Die moderne Landwirthschaft

als Beispiel der Gemeinnützigkeit der Wissenschaften. Rede, gehalten in der öffentlichen Sitzung der k. Akademie der Wissenschaften zu München am 28. November 1861 von

Justus von Liebig.

gr. 8. Fein Velinpapier. geh. Preis 80 Pf.

Verlag von **Friedrich Vieweg und Sohn** in **Braunschweig.**

Der Wiesenbau

in

seinen landwirthschaftlichen und technischen Grundzügen. Für Landwirthe, Techniker und Verwaltungsbeamte sowie für Vorlesungen an landwirthschaftlichen Lehranstalten bearbeitet von

Dr. Friedrich Wilhelm Dünkelberg,

Geheimer Regierungsrath und Director der Königlichen landwirthschaftlichen Akademie Poppelsdorf.

Nebst zwei Anhängen über die Entwässerung und die Drainbewässerung der Felder (nach Petersen) und über die Technik der Bewässerung mit städtischem Canalwasser (sewage).

Zweite sehr vermehrte Auflage.

Mit 103 in den Text eingedruckten Holzstichen und zwei farbigen Tafeln. gr. 8. geh. Preis 8 Mark.

Dr. C. F. E. Fries'
Lehrbuch des Wiesenbaus.

Für Landwirthe, Forstmänner, Cameralisten und Techniker. Zum Gebrauche bei Vorlesungen und zum Selbstunterricht bearbeitet von

Dr. Friedrich Wilhelm Dünkelberg,

Geheimer Regierungsrath und Director der Königlichen landwirthschaftlichen Akademie Poppelsdorf.

Zweite sehr vermehrte Auflage. Mit 311 in den Text eingedruckten Holzstichen und einem Plan. gr. 8. geh. Preis 8 Mark.

Die zweckmässige

Anwendung der künstlichen Dünger

nebst einem Anhang:

Ueber Versuchswirthschaften als Ergänzung der Versuchsstationen.

Von

Hermann von Liebig.

gr. 8. Fein Velinpapier. geh. Preis 1 Mark.

Bericht

über die

Entwickelung der chemischen Industrie

während des letzten Jahrzehends im Verein mit Freunden und Fachgenossen erstattet von

Dr. A. W. Hofmann,

Professor der Chemie an der Universität Berlin.

(Separatabdruck aus dem „Amtlichen Berichte über die Wiener Weltausstellung im Jahre 1873". Sechszehntes, zwanzigstes und einundzwanzigstes Heft.)

gr. 8. geh. Erstes Heft. Preis 6 Mark 60 Pf. — Zweites Heft. Preis 13 Mark 20 Pf. — Drittes Heft. Preis 10 Mark 20 Pf.

MSM 26788

END OF
TITLE